El receptor de radio

DESDE el descubrimiento de la transmisión radioeléctrica y la posterior fabricación de los primeros aparatos capaces de recoger las señales emitidas y convertirlas en audibles, hasta nuestros días, los receptores de radio han experimentado una profunda evolución y transformación pasando de ser unos equipos de bastante complejidad y muy voluminosos a los más modernos radiorreceptores de pequeño tamaño capaces de ser transportados en un bolsillo, o los equipos sintonizadores de gran calidad y elevadas prestaciones.

Receptor elemental

Un receptor de radio de AM, en su forma más elemental, se compone de



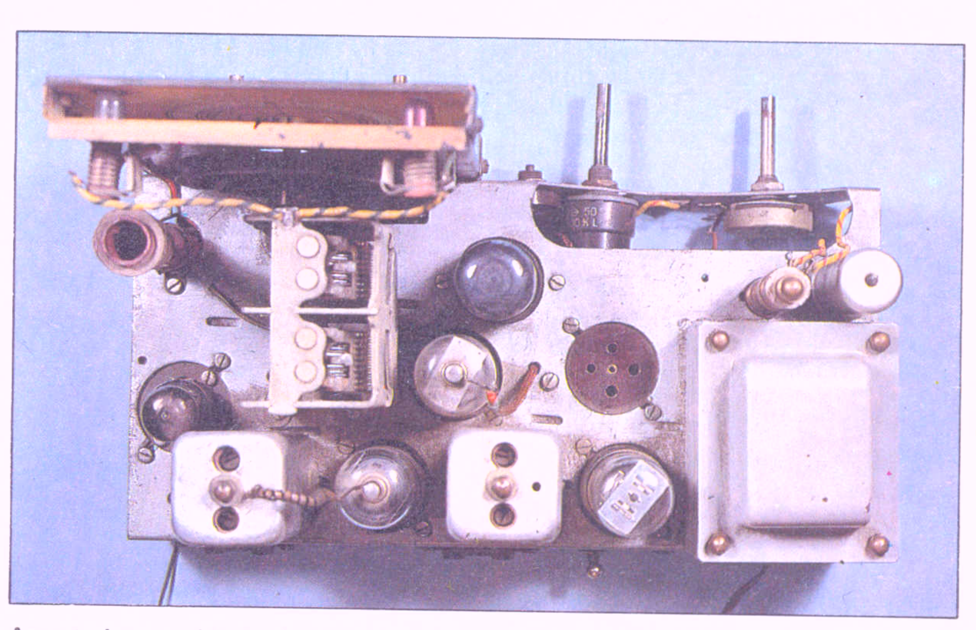
Receptor de radio de uno de los modelos empleados al comienzo de los años cincuenta. Es... heterodino y construido a base de válvulas o tubos de vacío, está preparado para recepción de Onda Media y Onda Corta.

las siguientes partes:

...eptor de radio ...plicidad. Este ...nominados de

...ito de sinto- ... Transductor

...puesto úni- ...entos es el ...«galena», ya ... se empleó ... para el cir- ...a aún sigue ... actualidad, ...de «galena» ...anio. Como ...squema, las ...das entre la ...s al circuito



Aspecto interno del chasis soporte en el receptor de radio anterior.

de sintonía formado por la bobina L y el condensador variable C. Mediante este dispositivo se seleccionará la emisora deseada, ya que el circuito presentará una baja impedancia para el resto de las frecuencias, derivándolas hacia tierra. La señal obtenida llega al diodo detector D y se aplica al transductor formado por unos auriculares A.

Lo más destacable a considerar en este receptor es la ausencia de pasos amplificadores, por lo tanto no requiere ningún tipo de alimentación. Con un circuito de este tipo, de un diseño apropiado, pueden escucharse

Esquema eléctrico de un rec... que presenta la máxima sin... tipo de aparatos son los de... «galena».

• Antena • Tierra • Circu... nía • Circuito detector • ... de sonido.

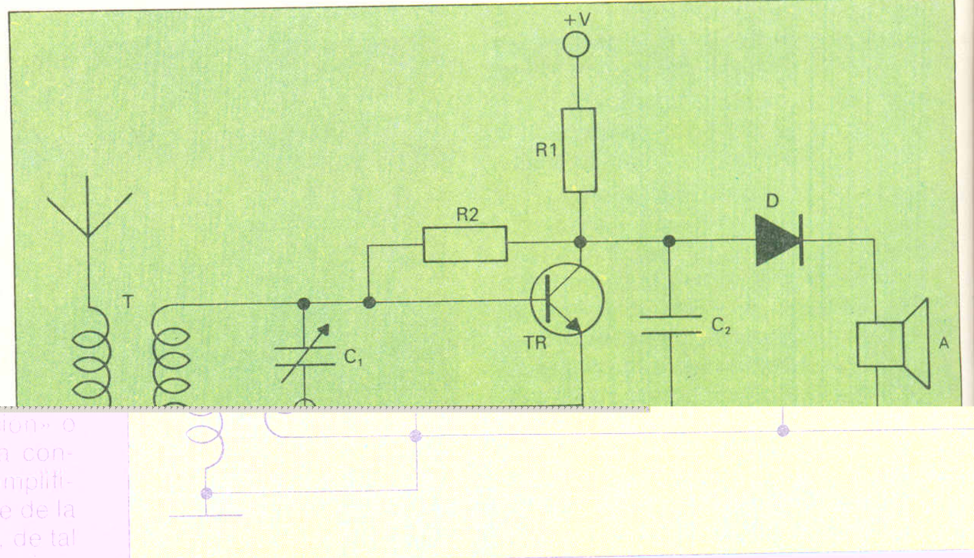
Un sencillo aparato com... camente por estos elem... denominado receptor de «... que en la primera época ... este material como base ... cuito detector. Este sistem... teniendo vigencia en la ... sustituyendo el detector ... por un diodo de germa... puede observarse en el e... señales de radio son capta... antena y la tierra y enviad...

casi todas las emisiones de radio, algunas con bastante nivel, siendo lo más importante la consecución de una buena antena que capte una señal elevada, ya que ésta es la única fuente de energía del aparato, así como disponer de una buena conexión a tierra.

Receptor regenerativo

Otro sistema, también bastante simple y que se emplea en algunos receptores, es el denominado a «reacción» o «regenerativo». Este circuito ya contiene como mínimo una etapa amplificadora y se basa en inducir parte de la energía de la salida a la entrada, de tal forma que se produce un reforzamiento muy alto de la señal amplificada, pudiendo llegarse a formar oscilaciones, como en el caso de un oscilador, que, como puede observarse en el esquema, responde a un diseño muy similar. En efecto, la señal recogida entre antena y tierra se aplica a un transformador T de radiofrecuencia cuyo secundario forma una etapa de sintonía junto con el condensador C1. De aquí llega la señal al transistor TR y en su colector se devuelve parte de la señal amplificada al secundario a través de C2. El resto de la señal se aplica al diodo detector D y de aquí a un pequeño altavoz A.

Este aparato necesita una cierta tensión de alimentación V destinada a la etapa amplificadora.



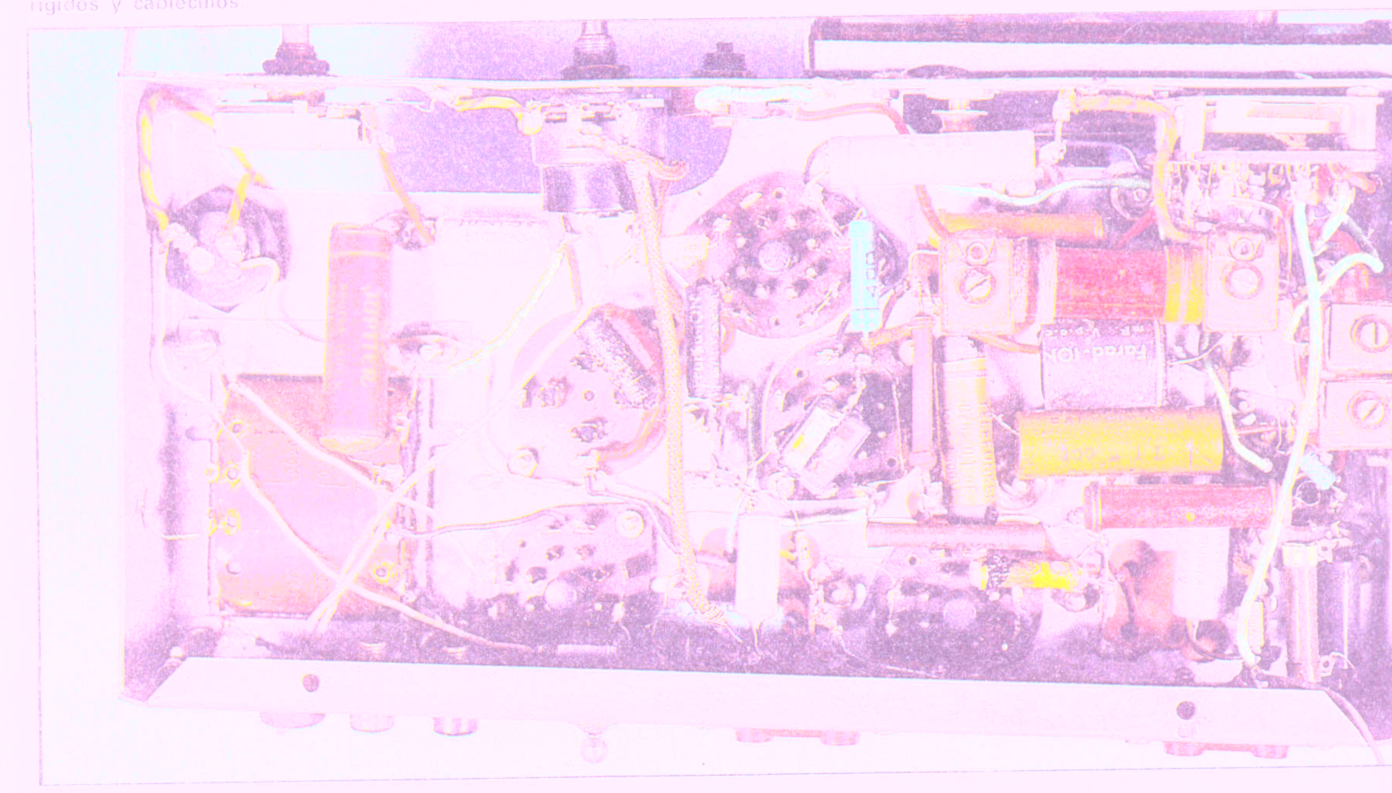
Esquema eléctrico de un receptor del tipo regenerativo, con un diseño bastante s

Sin embargo, como consecuencia del descubrimiento del sistema *heterodino*, todos los receptores de radio comerciales han pasado a emplear este sistema por sus elevadas ventajas de selectividad respecto a los otros.

Funcionamiento de un sintonizador

Debemos hacer una pequeña aclaración sobre la terminología que vamos a emplear. Muchas personas c
den los términos receptor y sin
dor. Un *sintonizador* («tuner»,
gles) es un equipo que permit
ger señales de radio del espaci
tarlas adecuadamente para ex
información contenida en ellas
dulación). La señal de salida de
nizador es de baja frecuencia
ble), aunque por lo general de
bajo que no nos permite activa
tavoz para escucharla, por lo
quiere de la adición de un *amp*
(«amplifier», en inglés) que e
energía suficientemente. El c

Vista de la cara inferior del chasis en la que se encuentran la gran mayoría de los componentes, interconexionados mediante con rígidos y cablecillos.



de sintonizador y amplificador suele conocerse como *receptor* o *sinto-amplificador* («receiver» en terminología inglesa), ya que el amplificador incorporado puede emplearse también para otros fines, como, por ejemplo, reproducir los sonidos recogidos por una cápsula fonográfica o una cabeza magnetofónica.

Aunque existen diversos tipos de sintonizadores que se han empleado y pueden emplearse, hoy día la casi totalidad de los receptores comercializados emplean un sintonizador del tipo denominado *superheterodino.* A continuación damos las etapas de que consta un sintonizador de este tipo, con una somera descripción de cada una de ellas:

— Etapa de radiofrecuencia (RF). Realiza una primera amplificación y selección de las señales de radio (de ahí su nombre) recogidas por la antena. Así se aumenta la sensibilidad del sintonizador, ya que permite hacer llegar a la etapa siguiente señales muy débiles en antena. No obstante, si las señales de radio son muy fuertes, puede resultar perjudicial darlas mayor ganancia (hasta el punto de distorsionarlas), por lo que se suele incorporar un mando que permite eliminar la amplificación de este paso, para así utilizarlo sólo con las señales más débiles. No es imprescindible su inclusión.

— Oscilador local. Genera una señal cuya frecuencia se varía con el mando de sintonía. Dicha frecuencia es siempre mayor que la de la señal que envía el paso anterior (o la antena) en una





Un sintonizador permite sólo extraer la información de las ondas de radio (A). Un receptor consta de un sintonizador y de un amplificador, con el que podremos escuchar la señal obtenida de la onda de radio a un nivel suficientemente alto (B).

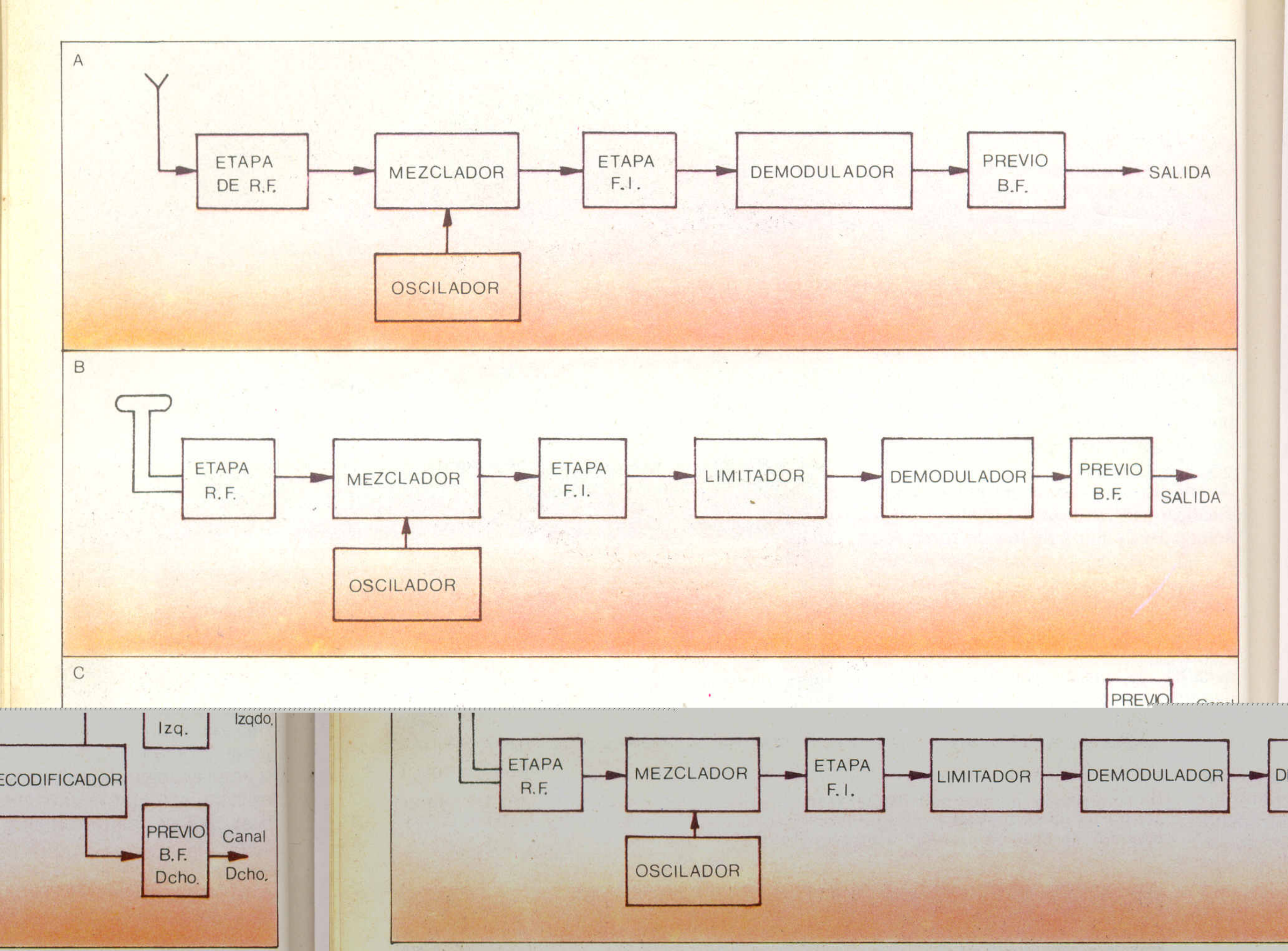
Los modernos circuitos sintonizadores realizan las funciones de las distintas etapas con ayuda de circuitos integrados, lo que permite reducir el tamaño físico de los mismos.

de audio o baja frecuencia, que es el último fin del receptor. El proceso llevado a cabo en esta etapa no varía para nada la información que lleva impresa la onda de radio (la modulación), sino tan sólo su frecuencia.

— Amplificador de frecuencia intermedia (FI). En esta etapa se ampli-

cantidad igual al de la llamada *frecuencia intermedia,* cuyo valor es elegido previamente por el fabricante. Aunque no hay normalización de dicho valor, los más usuales son los de 455 KHz para AM, y 10,7 MHz para FM.

— Cambiador de frecuencia. Se encarga de mezclar la señal proveniente de la antena (o del paso de RF cuando existe) con la que genera el oscilador local contenido en el propio sintonizador. Debido a su misión, también recibe el nombre de mezclador (en inglés, «mixer»). El proceso de la mezcla da como resultante dos señales, una de frecuencia igual a la *suma* de las respectivas frecuencias de la señales que mezcla, y otra de frecuencia igual a la *diferencia* de las mismas. La única señal que se aprovecha es la de frecuencia diferencia, que es precisamente la de frecuencia intermedia antes mencionada, por tener un valor comprendido entre la de radiofrecuencia que se sintoniza y la



Esquema de bloques de funcionamiento de un receptor superheterodino para MA (A), para MF (B), y

para MF estereofónica (C).

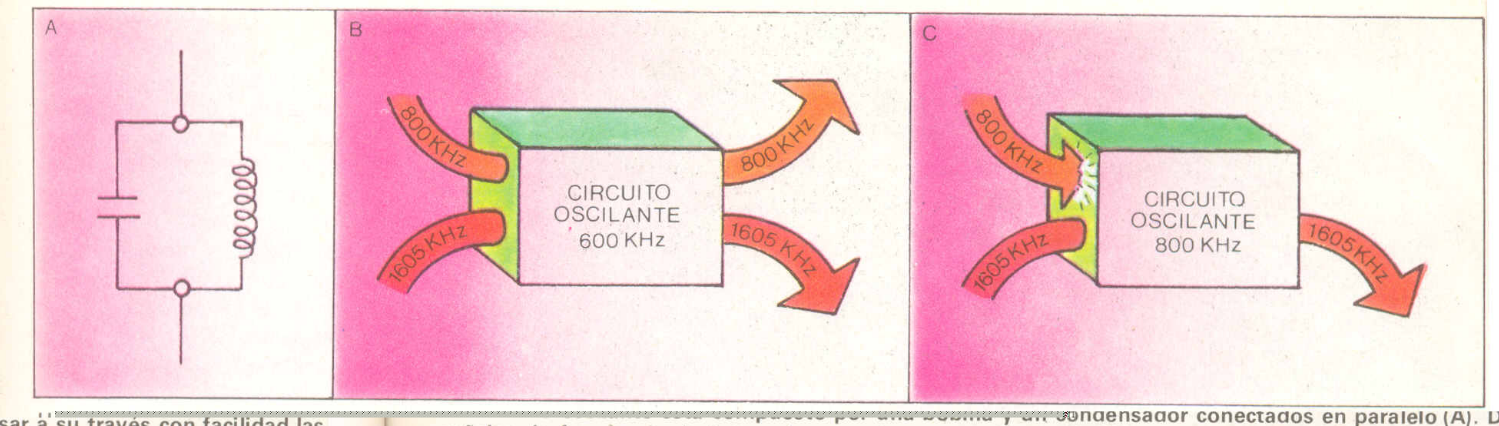
fica la señal hasta el nivel requerido por el paso siguiente. Este método tienen la ventaja de que cualquier señal de radio, de cualquier frecuencia, se convierte en otra cuya frecuencia es siempre la misma, siendo de más fácil diseño un amplificador que trabaje a una frecuencia fija, que no otro que tenga que trabajar en una amplia gama de frecuencias. Además, y precisamente por esa constancia en la frecuencia de trabajo de la etapa, la selectividad puede fijarse al valor deseado. Modernamente se utilizan para ello filtros cerámicos, que permiten el paso a su través de una banda de frecuencias de tan sólo 9 KHz (el ancho que ocupa una emisora), rechazando todas las demás frecuencias, y haciendo la selectividad de un valor muy elevado y constante para las señales de radio de cualquier frecuencia.

— Limitador. Esta etapa sólo existe en los sintonizadores de FM. Como ya sabemos, la modulación en una onda de FM va contenida en las variaciones de su frecuencia y *no* en las de su amplitud. La misión de esta etapa es la de recortar o «limitar» la amplitud de la señal, para eliminar cualquier variación que pudiera existir en dicha amplitud, y que podría dar lugar a distorsiones o mal funcionamiento del paso siguiente:

— Demodulador. Es el paso encargado de extraer la modulación contenida en la señal, ya sea en amplitud o en frecuencia. Llamado en un principio *detector*, pues permitía «detectar» la información contenida en la señal de radio (la modulación). Por lo general, el término «detector» suele aplicarse a demoduladores de AM, aunque no hay una nomenclatura universalmente aceptada en este sentido. Los demoduladores empleados para

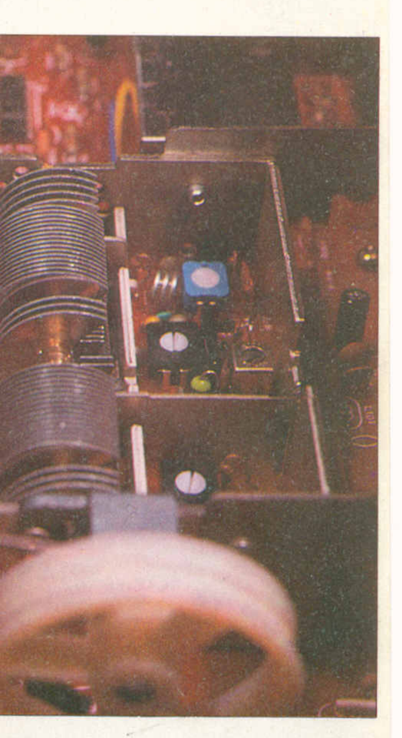
señales
tipos, en
tor de r
fase, el c
detector
— Deco
sólo la ll
parados
en estér
informac
los dos c
de una t
la señal
etapa se
canales
que reci
— Circu
son impr
miento c
caracterí
su mane
ellos en
nos fijare

de FM pueden ser de varios
re los que cabe citar el detec-
elación, el discriminador de
etector de sintonía doble y el
de coincidencia.
dificador estéreo. Esta etapa
evan los sintonizadores pre-
para recibir señales de FM
eo. Es capaz de separar las
ones relativas a cada uno de
canales (derecho e izquierdo)
ransmisión estereofónica. Si
recibida *no* es estéreo, esta
encarga de enviar a ambos
la misma señal monofónica
be.
uitos auxiliares. Aunque no
escindibles para el funciona-
del sintonizador, mejoran las
sticas del mismo, o facilitan
jo. Existen gran cantidad de
a práctica, aunque ahora sólo
emos en aquellos que incor-



...eja pasar a su través con facilidad las ... cuya frecuencia coincide con la suya

...ndensador conectados en paralelo (A). D... señales de frecuencia distinta a la suya de resonancia propia (B), pero impide el paso de aquellas ... propia (C).



...scilante formado por una bobina de ... valor de dicho condensador, puede

... (las emisoras en funciona-...o), podemos dejar el valor de ...e los componentes fijo, y variar ... otro; de esta forma variaremos ...cuencia de resonancia del con-... y podremos seleccionar *cual-*... emisora de radio. Así de sen-...

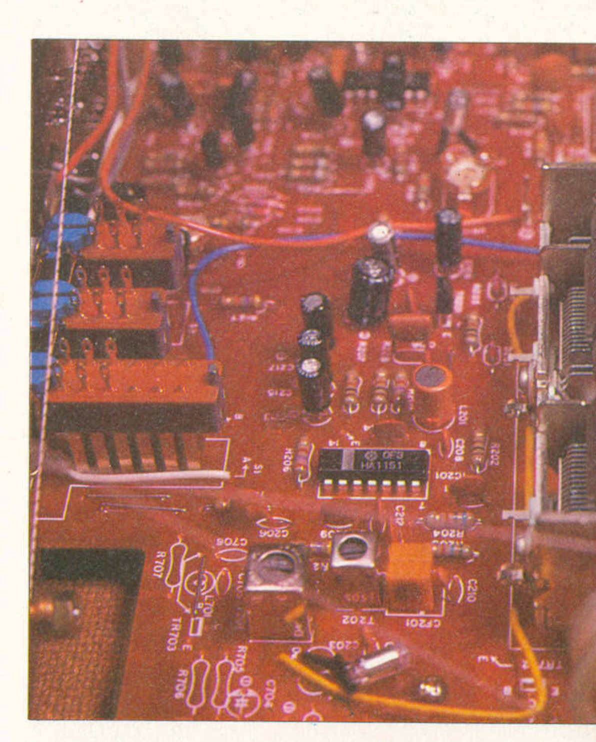
...e se hace en la gran mayoría de ...sos es emplear una bobina de ...ijo, y un condensador de valor ...le, aunque últimamente se están ...ando otros métodos, e incluso ...osofía de funcionamiento distin-...mo ya veremos. Clásicamente, ... ya decimos, se ha empleado ...mado *condensador variable,* ...onsiste en una serie de placas

poran la totalidad de los equipos, y que son:

1. Control automático de ganancia. Varía la amplificación global dada a la señal de antena de acuerdo con su valor, de manera que a la salida se obtenga siempre el mismo nivel, independientemente de lo fuerte o débil que sea la señal recibida, permitiendo escuchar cualquier emisora al mismo volumen. Suele abreviarse como C. A. G. (en inglés como A. G. C., de «*A*utomatic *G*ain *C*ontrol»), y también suele denominarse control automático de sensibilidad (C. A. S.) o de volumen (C. A. V.).
2. Control automático de frecuencia. Permite mantener centrada la sintonía sobre una emisora determinada, aunque no se encuentre perfectamente sintonizada con el mando correspondiente. El propio sintonizador efectúa las correcciones precisas para hacer la sintonización correcta. Aunque existen sistemas para AM y FM, habitualmente sólo se encuentra para esta última. Se suele abreviar como C. A. F. (en inglés como A. F. C., de «*A*utomatic *F*requency *C*ontrol»).
3. Preamplificador. Por lo general se suele incorporar una etapa de amplificación en baja frecuencia de la modulación obtenida, bien para poder regular el nivel de salida (con el correspondiente control), bien para adaptar la impedancia de salida, o para ambos objetivos al tiempo.

El mando de sintonía

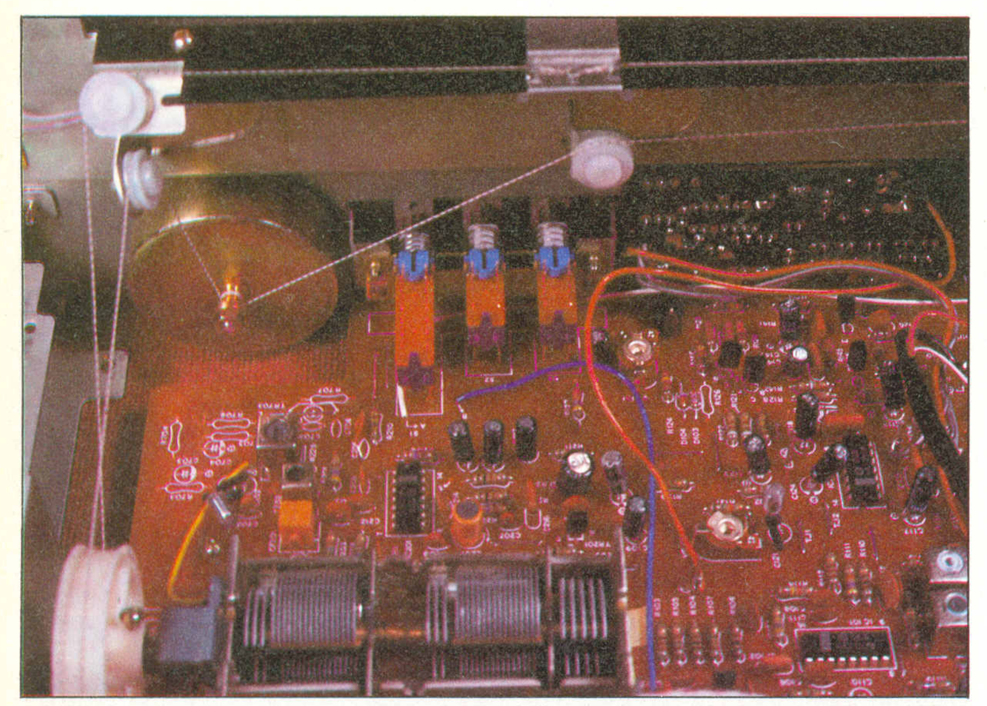
Podemos asegurar que es el más importante del sintonizador, ya que nos permite seleccionar el programa deseado. La sintonía de la emisora deseada se logra con ayuda de un circuito muy simple, constituido por un condensador y una bobina en para-...



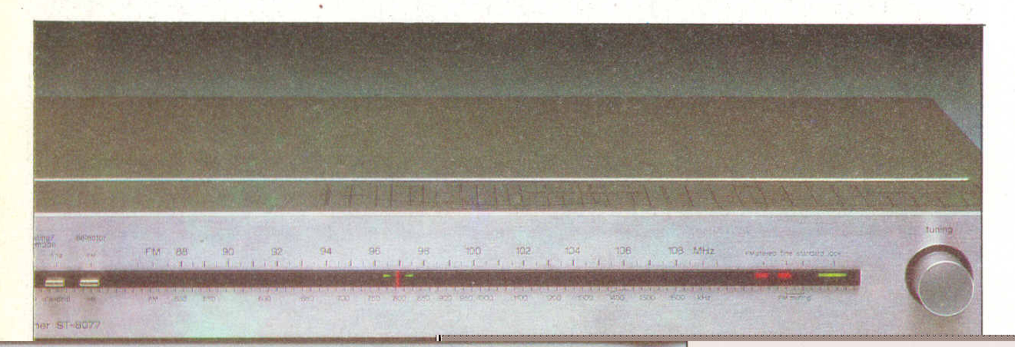
Para seleccionar una emisora, se utiliza un circuito o... valor fijo y un condensador variable. Ajustando el ... recibirse la emisora deseada.

otros: es capaz de «resonar» a una frecuencia determinada, de forma que permite pasar a su través *todas* las señales que le enviemos, *excepto* aquellas cuya frecuencia sea igual a la de resonancia propia del circuito. De esta forma, es capaz de seleccionar *una* frecuencia determinada (una emisora) de entre todas las señales que cruzan el espacio.
La frecuencia de resonancia de dicho circuito (llamado *circuito resonante, oscilante* y a veces *circuito tanque*) depende de los valores de la bobina y el condensador empleados. Dicho de otra forma, podremos elegir *una* frecuencia de resonancia eligiendo adecuadamente sus valores. Como un

tintas... mient... uno d... el del... la fre... junto, ... *quier* ... cillo.
Lo qu... los ca... valor ... variab... emple... una fi... ta, co... como ... el lla... que c...



Cuando movemos el mando de sintonía exterior de un receptor, ponemos en marcha un mecanismo interno cuyo fin es modificar el valor del condensador variable incorporado al mismo.



ya que suele ponerse un circuito sintonizado en la etapa de RF, otro en el cambiador de frecuencia (para mejorar la selectividad) y un tercero en el oscilador local (para generar la señal de la frecuencia precisa). Necesitaríamos *tres* mandos para sintonizar cada emisora. Como esto no es práctico, lo que se hace es mover con un eje común *tres* condensadores variables. El conjunto de las tres secciones se denomina *tándem.* El dial sigue mostrando la frecuencia seleccionada, que será la sintonizada por las dos primeras secciones del tándem, pero no por la tercera (la correspondiente al oscilador), que, como ya dijimos, se hace funcionar a una frecuencia superior, e igual a la suma de la seleccionada y la frecuencia intermedia.
En la práctica, no resulta factible poder sintonizar cualquier emisora en cualquier banda de radiodifusión con un solo conjunto de bobinas y un solo tándem. Por eso se recurre a emplear un juego de bobinas de distinto valor para cada una de las bandas, en conjunción con el mismo tándem. Cuando seleccionamos en el panel frontal de nuestro sintonizador la banda deseada, lo que hacemos es precisamente conectar el juego de bobinas preparado para esa banda. Como el tándem y el conjunto mecánico sigue siendo el mismo, lo que se hace es incluir en éste una escala graduada por cada una de las bandas que podamos elegir; por lo demás, el funcionamiento es idéntico al ya indicado.

eceptor nos dice la emisora que tenemos seleccionada en un instante llo se incorpora una escala graduada. En receptores de más de una na escala para cada una. Sólo debe leerse sobre la escala correspon- eleccionada.

ucen entre las fijas o), variando la capa-
.
, desde el exterior, vinar. El mando de or medio de una se- eas y volante, el eje ariable, permitiendo o resonante cambie ia, seleccionando la Es costumbre fijar a que mueve el sis- o indicador que se *escala* graduada so- narcan las distintas onadas. El conjunto escala es lo que se nbre de *dial* del re-

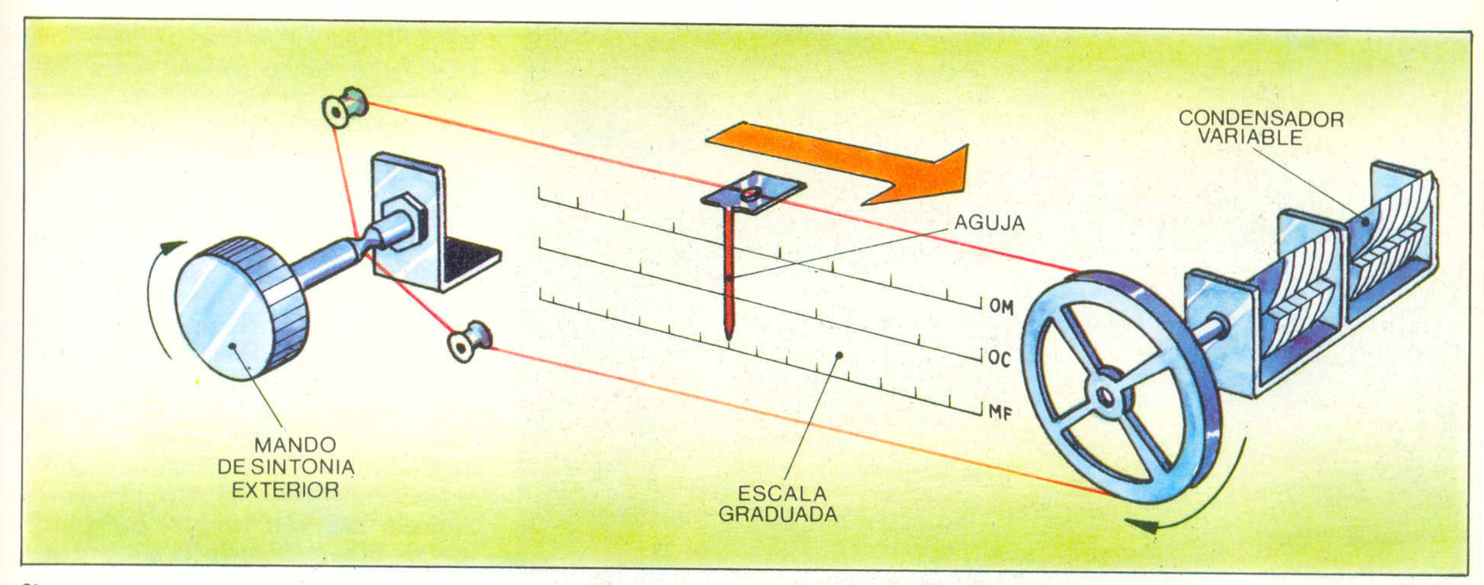
Puesto que para cada una de las posiciones indicadas por la aguja sobre la escala se obtiene un valor determinado de frecuencia de resonancia, más que las emisoras, lo que suele marcarse en dicha escala son las distintas frecuencias que se obtienen; así, aunque una emisora determinada cambie de frecuencia de transmisión por razones técnicas, porque la Administración estatal así lo requiera, o porque el C. C. I. R. así lo aconseje (lo que ocasionalmente puede ocurrir), nos resultará fácil volver a encontrarla buscando sobre la escala graduada del dial la nueva frecuencia de transmisión.
En los receptores superheterodinos, el sistema se complica un poco más,

La sintonía electrónica

El objeto final del tándem es, como ya hemos dicho, hacer variar la frecuencia de resonancia por medio de la variación de su capacidad. Esta variación se consigue por medios mecánicos. También puede conseguirse con unos componentes electrónicos llamados *diodos de capacidad variable* o *«varicap»* (del inglés *«variable capacity»*). Cuando se les aplica una tensión adecuada, presentan una capacidad importante entre sus terminales, capacidad que puede hacerse variar con la tensión inversa aplicada a los mismos. Para los efectos, hemos construido un condensador variable de estado sólido, sin partes mecánicas en movimiento, que puede ser origen de distintos problemas.
Para conseguir esta variación de capacidad, hemos de hacer variar la tensión aplicada a sus terminales. Para ello suele emplearse un potenciómetro. Como nuestros lectores recordarán, un *potenciómetro* es, en esencia,

El dial de nuestro r determinado. Para e banda se incluye ur diente a la banda s

móviles se introd (sin contacto físic cidad del sistema El funcionamiento es ya fácil de ad sintonía mueve, p rie de cuerdas, po del condensador v así que el circuito su frecuencia prop emisora deseada. en la misma cuerd tema una *aguja* mueve sobre una bre las que se r emisoras seleccio de la aguja y la e conoce con el no ceptor.



Sistema mecánico de sintonía. Al girar el mando de sintonía, se mueve la aguja del dial, y se varía el valor del condensador que forma parte



por diodos «varicap»; en
enciómetro, que llevará la

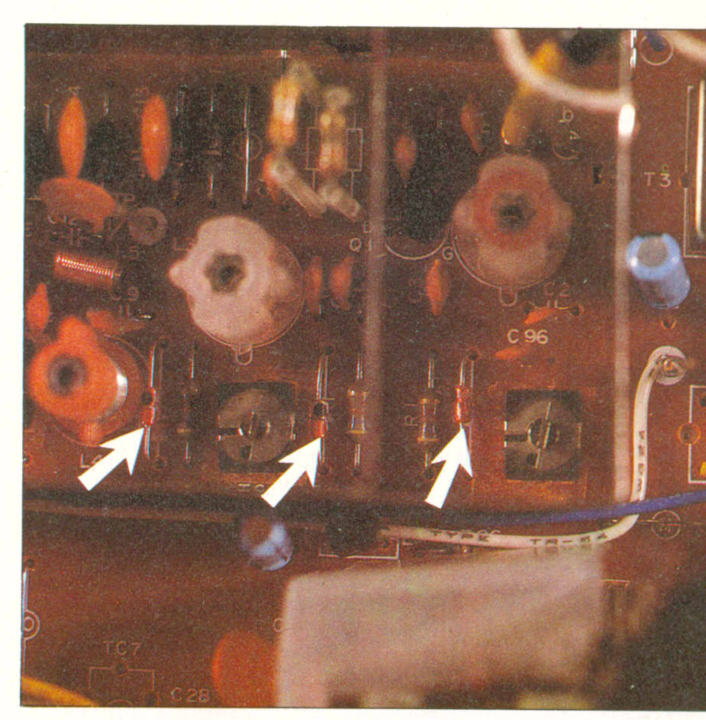
entre el mando de
r al aparato y el o los
requeridos. Hoy día se
ran profusión, al igual
as clásicos más arriba
n embargo, la tenden-
emas que no empleen
nente mecánico, que
uirse con la ayuda de
ología, como veremos

casiones hemos men-
e los parámetros más
un sintonizador: la
dríamos definirla como

una resistencia variable. Si entre sus extremos se aplica una tensión, moviendo el cursor, aparecerá sobre el mismo una tensión variable. En los sintonizadores que emplean estos componentes para la selección de emisoras, el mando de sintonía lo que mueve es el eje de un potenciómetro, y con ello el cursor, de forma que a los distintos diodos «varicap» (tantos diodos como secciones tuviera el tándem) se hace llegar una tensión que puede hacerse variar con dicho mando de sintonía.

Este tipo de componentes permitió dar paso a los primeros diales no mecánicos, como vamos a ver. Puesto que la frecuencia de sintonía se logra ahora haciendo variar la tensión aplicada a los diodos «varicap», existe una relación entre dicha tensión y la frecuencia de sintonía. Si dicha tensión la llevamos a un voltímetro (medidor de tensiones), sus indicaciones nos señalarán, directamente, las frecuencias de sintonía logradas; es decir, habremos conseguido construir un «dial electrónico», en el que pueden hacerse desaparecer todas las poleas y cuerdas de arrastre necesarias para mover la aguja del dial, con lo que se simplifica bastante la «arquitectura» interna del sintonizador, aparte de la reducción del tamaño que puede conseguirse.

La introducción de los diodos «varicap» también permitió construir los primeros sistemas de memoria sencillos. El sistema más corriente empleaba un conmutador de pulsadores con cuantas teclas se deseara. Cada vez que se pulsaba una tecla, se ponía en el circuito de la «tensión de sintonía» un potenciómetro. Se tenía acceso desde el exterior a cada uno de estos potenciómetros (tantos como teclas tuviera el conmutador), de manera que podía sintonizarse cualquier emisora con cualquiera de ellos. Cuando se pulsaba una tecla determinada, el equipo sintonizaba automáticamente aquella emisora que «memorizaba» el potenciómetro correspondiente.



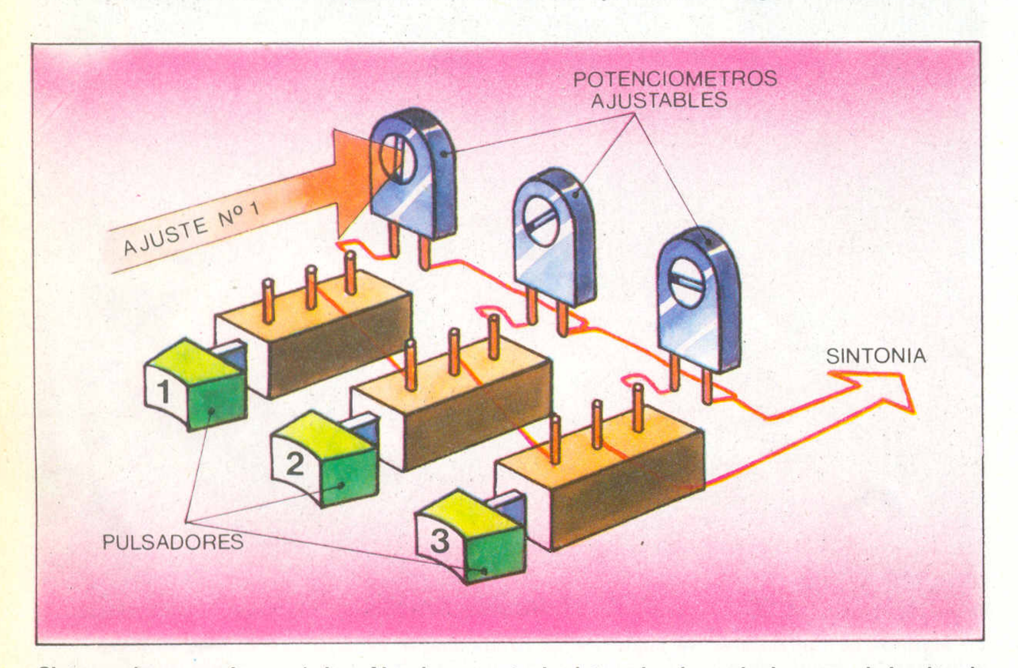
En algunos sintonizadores se sustituye el condensador variable
este caso, el mando de sintonía lo que mueve es el eje de un pot
tensión adecuada para el funcionamiento de los diodos.

Estos métodos de sintonía no son puramente electrónicos, pues aunque los componentes empleados sí lo son en su totalidad, aún se sigue necesitando un sistema mecánico de des-

multiplicación
sintonía exterio
potenciómetros
emplean con g
que los sistema
comentados. Si
cia es hacia sist
ningún compo
pueden conseg
la moderna tecr
más adelante.
Ya en varias oc
cionado uno de
importantes de
sensibilidad. Po



Los sintonizadores que incorporan diodos «varicap» permiten incorporar «diales electrónicos», consistentes en unos medidores de la tensión que se hace llegar a dichos diodos.



Sistema de memoria mecánica. Al pulsar una tecla determinada, se incluye en el circuito de

para FM ya lo veremos en el lugar adecuado). En lo que ya están más divididas las opiniones es en la relación señal/ruido a adoptar. Así, hay fabricantes que opinan que con un valor de 6 dB ya se hace inteligible la señal (aunque resulte de dudosa calidad), aunque suele ser un valor aceptado el de 20 dB como valor mínimo para dicha relación.

De cualquier forma, cuanto más baja sea la cifra de sensibilidad, más débiles emisoras será capaz de captar, y mejor será nuestro sintonizador. Usualmente, la sensibilidad se da en microvoltios (millonésimas de voltio), y los valores encontrados usualmente hoy día caen casi siempre por debajo de los 50 µv. Cuando el sintonizador va equipado con una antena interna de ferrita, suele especificarse el valor del campo eléctrico (junto con el magnético, uno de los dos componentes de la onda electromagnética) que producirá el mismo efecto reseñado anteriormente; cuanto más baja sea esta cifra, igualmente más sensible resulta el sintonizador. Cifras por debajo de 400 µv/m son usuales.

Ya sabemos la señal más débil que nuestro sintonizador es capaz de recibir con una apreciable calidad. Pero el espacio está continuamente ocupado por miles de radiaciones distintas. ¿Cómo distinguir entre unas y otras? Para esto nos sirve el mando de *sintonía* (en inglés «tuning»), que hace variar internamente una serie de circuitos que son capaces de «reconocer» una emisora determinada.

Ya esbozamos anteriormente que uno de los problemas más serios con el que se enfrentaban las Administraciones estatales era el de poder dar cabida en las bandas asignadas para ello a todos los posibles usuarios de las mismas (esto es, las emisoras que desean transmitir sus programas). Por ello se estableció, como ya hemos dicho, una

de sintonizarse la emisora deseada. Posterior-
se recibirá la emisora seleccionada con dicho

sintonía un potenciómetro con el que pue-
mente, siempre que se pulse dicha tecla,
potenciómetro.

conocible porque fuera mezclado con gran cantidad de ruido («calidad»). Así, pues, en la actualidad la sensibilidad de un sintonizador es aquel valor de señal en la entrada del mismo que permite tener a su salida una relación señal/ruido de un valor mínimo, independientemente del nivel de señal en sí. La señal de entrada deberá estar, naturalmente, modulada; existe un criterio general, que es el de emplear una señal modulada al 30 % con un tono de 400 Hz (hablamos de AM;

ras de 9 KHz (para AM), de forma que cada una de ellas sólo puede ocupar aquel espacio de banda que esté a 4,5 KHz por encima de la portadora, y a 4,5 KHz por debajo de la misma. Fijado el valor de la frecuencia de portadora, está perfectamente delimitado el espacio que una emisora determinada va a ocupar. El salirse de él, supone meterse en el espacio ocupado por otra emisora que se encuentre en un canal adyacente y, por tanto, interferencias a la misma.

Las normas del C. C. I. R. especifican claramente todos estos aspectos de cara a los transmisores. Pero ¿y los sintonizadores? Idealmente, deberían

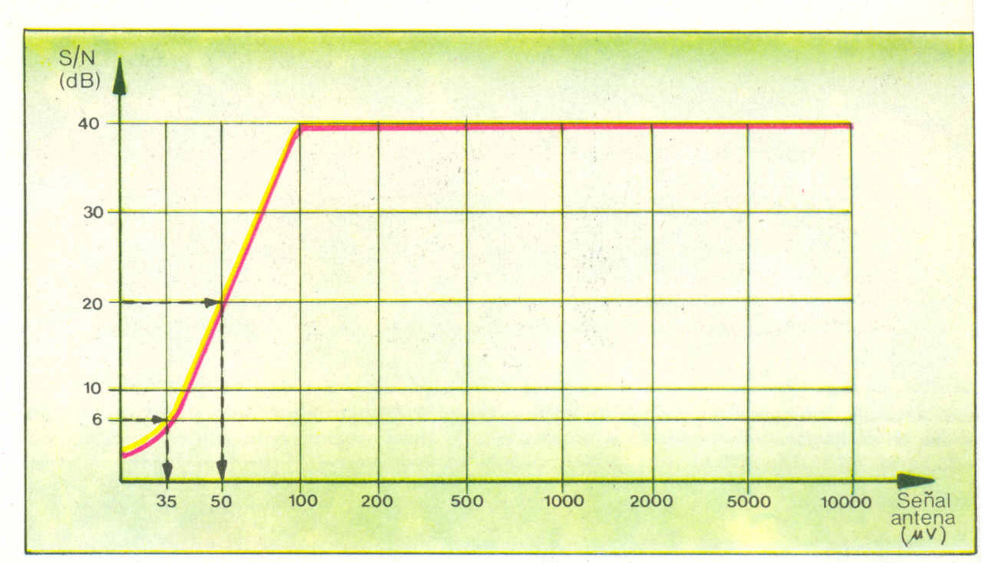
aquel valor de señal a la entrada del sintonizador que produce a su salida un determinado efecto. Antiguamente, el «efecto» que se esperaba era una determinada potencia de salida en el altavoz (por ejemplo, 0,1 MV de señal en antena, producían 50 MW de salida en el altavoz). Hoy día se persigue más la «calidad» que la «cantidad». Por ejemplo, de nada nos serviría que un receptor nos diera, no ya 50 MW, sino 5 W de potencia a su salida («cantidad»), si el sonido fuese irre-

tener características similares. Pero mientras que un transmisor de radiodifusión va a estar funcionando siempre en la misma frecuencia, un sintonizador está normalmente preparado para seleccionar cualquier emisión de cualquier banda de radiodifusión, con lo que evidentemente la resolución del problema no es tan sencilla.

Para verlo más claro, digamos que en este sentido, como en algunos otros ya comentados, para un sintonizador lo que cuenta es el ancho de banda *relativo;* es decir, el real (que siempre va a ser de 9 KHz en AM), comparado con la frecuencia de trabajo (la de la portadora). Así, para el extremo bajo de la banda de OL, el ancho relativo es del 6 % (9 KHz: 150 KHz = 6 %), mientras que para el extremo alto de la banda de OM es del 0,5 %; no digamos ya para la banda de 16 metros en OC (unos 19 MHz), en que dicho ancho de banda relativo es de tan sólo el 0,05 %. Parece evidente que al sintonizador le resultará muchísimo más fácil seleccionar una emisora en OL que en OC, debido a la mayor «separación aparente» que las primeras tienen.

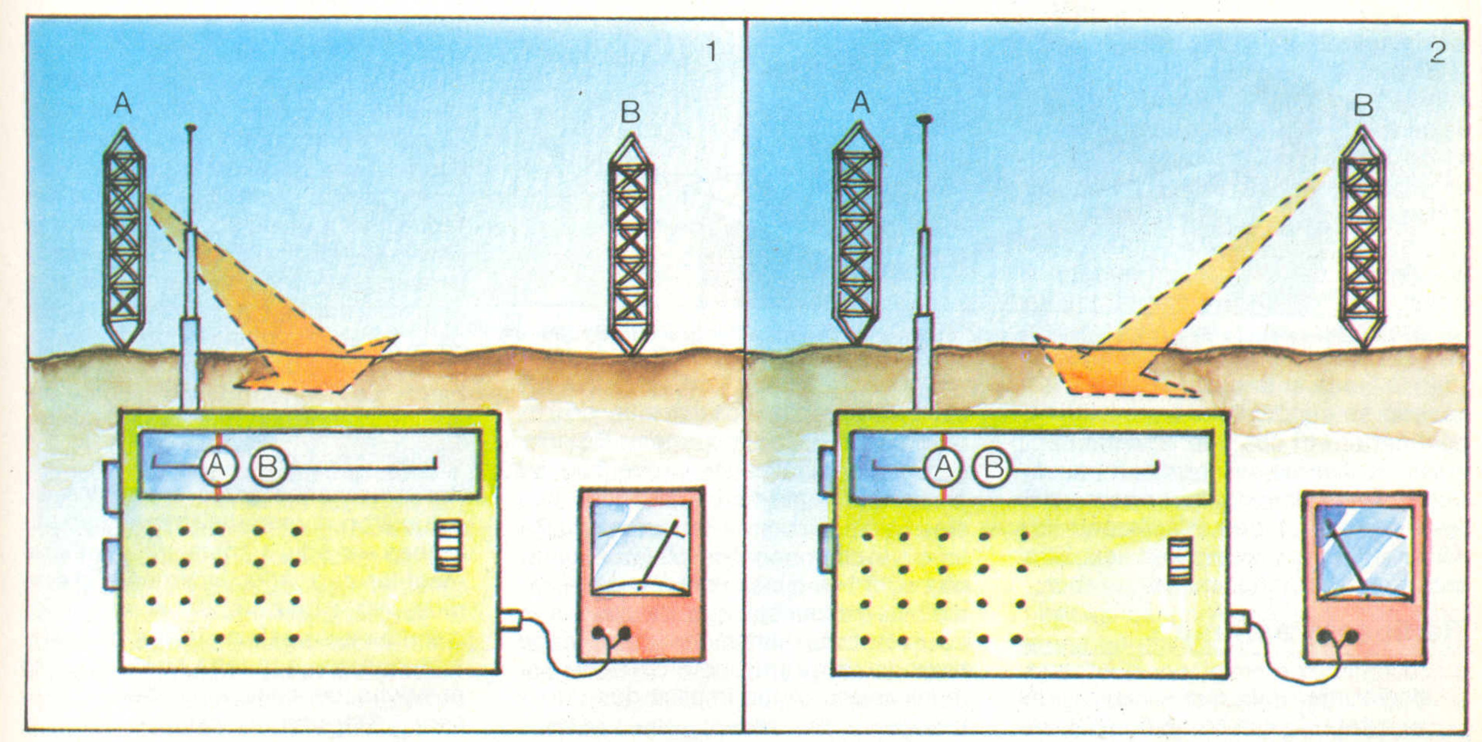
Surge así el concepto de *selectividad,* que podríamos decir que es la mayor o menor habilidad que tiene un sintonizador para poder distinguir entre la emisora que sintonizamos y otras que se encuentran próximas (a no menos de ± 9 KHz), que son las que más pueden interferir. Ya tenemos el concepto de qué es la selectividad. Pero ¿cómo podemos medirla? ¿Cómo podemos expresarla en cifras para poder comparar las distintas selectividades de varios sintonizadores? De una forma muy sencilla.

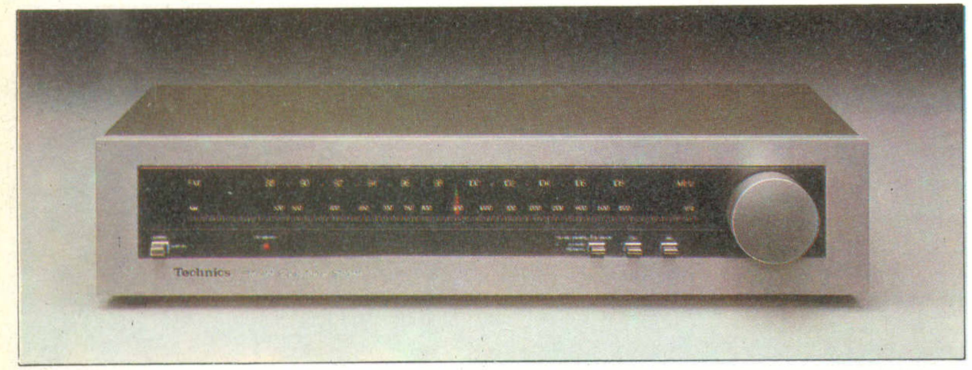
Supongamos que queremos escuchar la emisora A. Muy próxima a ella (a 9 KHz) está la emisora B. Ambas tienen la misma potencia, por lo que a nuestro sintonizador llegará la misma señal desde ambas. Con el sintonizador en la emisora A medimos el nivel que nos da a la salida dicha emisora. Con el sintonizador también en A, medimos ahora el nivel que nos da a la salida la emisora B. Lógicamente, la segunda medida debe dar un valor mucho más pequeño que la primera, si nuestro sintonizador es selectivo. El cociente entre las dos medidas nos da la selectividad, que suele expresarse en decibelios. Por ejemplo, una cifra de selectividad de 40 dB, significa que la señal de salida que da la emisora B



La sensibilidad de un sintonizador nos da idea del nivel de señal a la entrada que nos producirá una cierta calidad a la salida. Para niveles muy bajos, la calidad obtenida es muy pobre (relación S/N baja), mientras que por encima de un cierto nivel de entrada, la calidad alcanza una cota que se hace constante, debido a las propias características de los circuitos.

Método de medida de la selectividad. Se buscan dos emisoras separadas 9 KHz que proporcionen la misma señal al receptor. Se mide la señal de A, cuando se sintoniza A (1). Luego se mide la señal B cuando se sintoniza A (2). El cociente entre ambos valores, expresado en decibelios, nos da la selectividad.

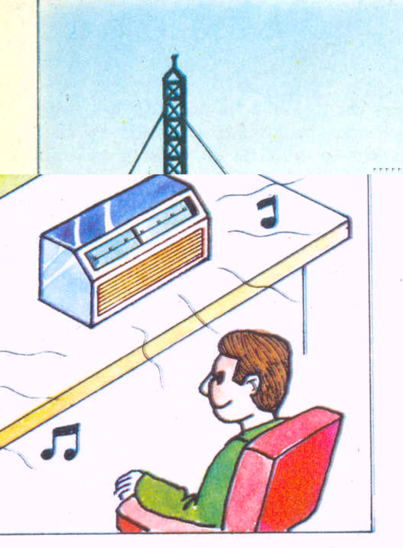




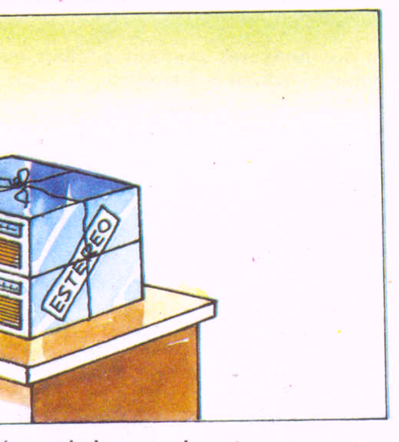
Los sintonizadores estereofónicos constituyen hoy día un eslabón más de la cadena de audio en el hogar.

Las soluciones más simples no son siempre las más convenientes; sólo debemos fijarnos en el caso que comentamos: la resolución de la radioestereofonía pasa por *doblar* toda la cadena de comunicación. Con esta idea se hicieron distintos experimentos, empleando para ello dos transmisores idénticos (salvo en el canal de frecuencia utilizado), tanto en AM como en FM.

Naturalmente, el oyente que deseaba escuchar los programas en estereofonía debía adquirir dos receptores (que tenían que ser iguales, para que no hubiera diferencia de calidad entre canales); cada uno de ellos se sintonizaba sobre una de las frecuencias de transmisión, cerrando así la cadena estereofónica. Estos sistemas eran llamados de *estereofonía verdadera,*



...n utilizando dos emisores completa-...ente de dos receptores, que sintoni-...estereofonía.



...ía verdadera es el gasto que supone ...eceptores completos.

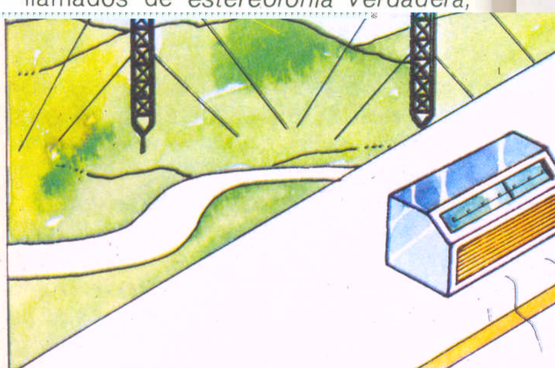
...amente de dos canales de re-...cción independientes. En una ...la fonográfica se aprovechan los ...mientos de la aguja sobre dos ...perpendiculares; en un magnetó-...se disponen dos pistas separa-...obre la cinta. Pero ¿y en la ra-... La respuesta que da paso a la ...ón más simple es clara: debe ...nerse de un doble canal de co-...cación, lo que implica dos trans-...es y dos receptores.

nombre que en verdad merecían.

Este método tenía dos inconvenientes principales: el primero era el tremendo coste que suponía tanto para el aficionado a la estereofonía como para la emisora que así transmitiera; en segundo lugar, no era «compatible» con los sistemas ya existentes. El término *compatible* significa que cualquier nuevo método empleado debe poder ser utilizado por los receptores existentes, de forma que se obtenga de ellos, con el nuevo método, igual respuesta que si la transmisión hubiera sido realizada con el método anteriormente empleado. La compatibilidad falla, en este caso, porque con un solo receptor de radio sólo podría captarse *uno* de los dos canales, perdiéndose la información transmitida por el otro.

Existe, además, un tercer inconveniente: si *todas* las emisoras desearan transmitir en estereofonía, el número de canales asignados se doblaría. En bandas con problemas de espacio (como puede ser la OM) significaría la reducción a la mitad del número de emisoras transmitiendo, lo que resultaría un grave inconveniente. Por este motivo, y además por razones de calidad, parece evidente que conviene dejar la radioestereofonía para la banda de FM, donde no existen, en general, grandes problemas de espacio.

Por las razones antes expuestas, se estudiaron diversos sistemas que utilizaban *un* solo transmisor y *un* solo receptor que, adecuadamente preparado, era capaz de dar dos señales distintas a su salida. Todos los sistemas puestos a prueba se basaban en el hecho de considerar dos señales separadas, una por canal, y que para



Las primeras transmisiones estereofónicas se realizar... mente separados. El aficionado debía disponer igualm... zaba adecuadamente para escuchar el programa en ...



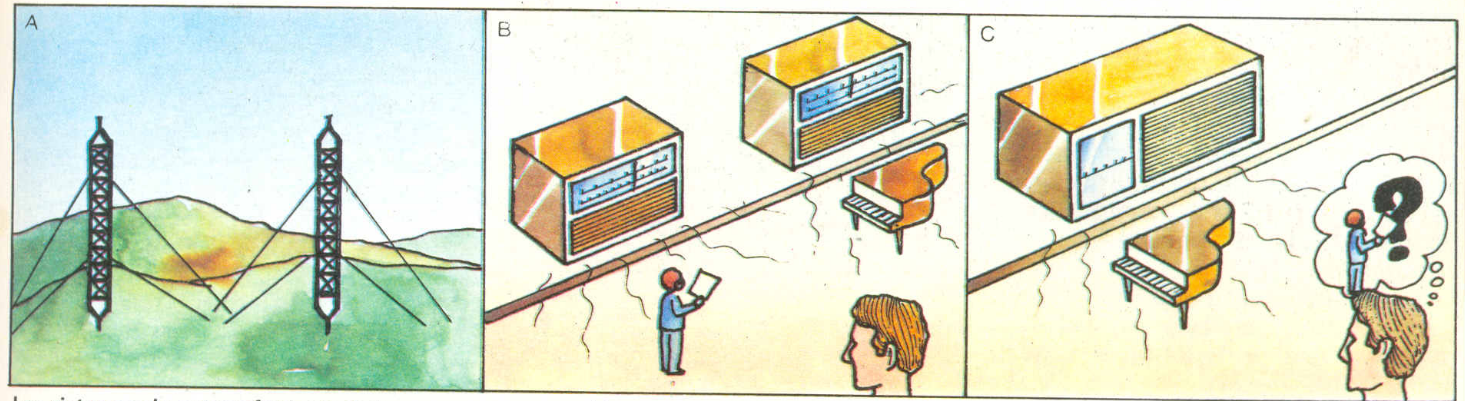
Un grave inconveniente de los sistemas de estereofo... para el aficionado, ya que ha de hacerse con dos re...

cuando se sintoniza la A, es 100 veces menor (40 dB) que la señal dada por la A. Las cifras normales encontradas en los sintonizadores comerciales modernos superan fácilmente los 40 dB. Cuanto más alta sea esta cifra, más selectivo será el sintonizador.

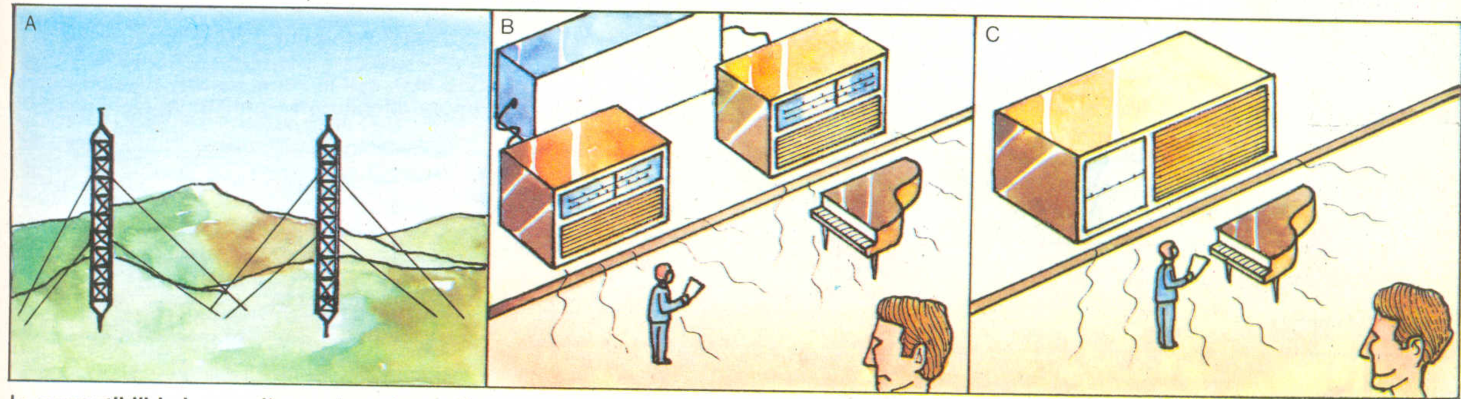
Radioestereofonía

Cualquier sistema que maneje una señal estereofónica ha de constar ne-

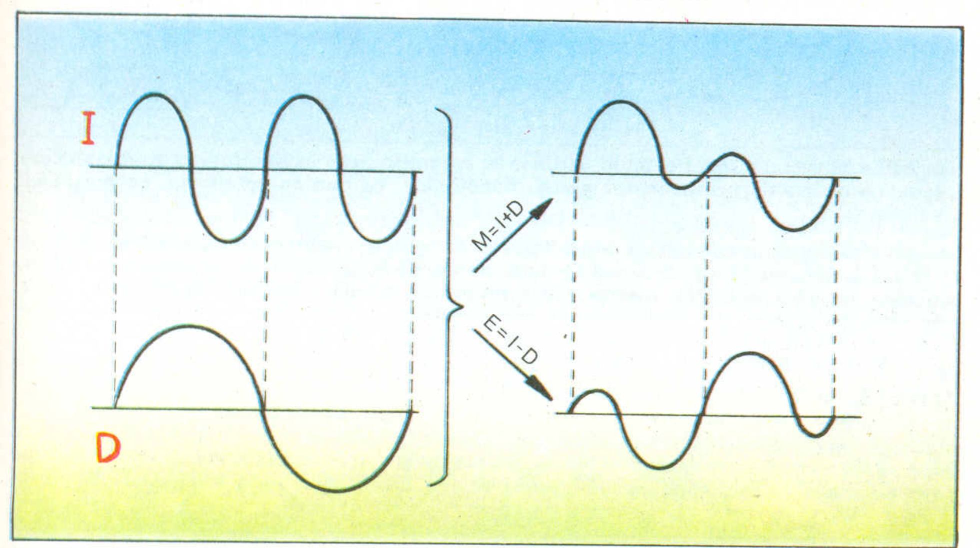
cesar... produ... cápsu... movi... ejes p... fono ... das s... dio? ... soluc... dispo... munic... misor...



Los sistemas de estereofonía verdadera no eran compatibles, ya que cada emisora transmitía el programa correspondiente a cada uno de los canales (A). El aficionado preparado oía el programa en estereofonía (B), aunque otro que dispusiera de un solo receptor tenía que conformarse con escuchar uno de los canales (C).



La compatibilidad se podía resolver de una forma sencilla. Para ello, tan sólo se debía transmitir por una de las emisoras la señal suma de ambos canales, mientras que la otra emisora se encargaría de enviar otra señal para poder suministrar la información estéreo. Esta solución complicaba las cosas al aficionado que quería recibir en estéreo.



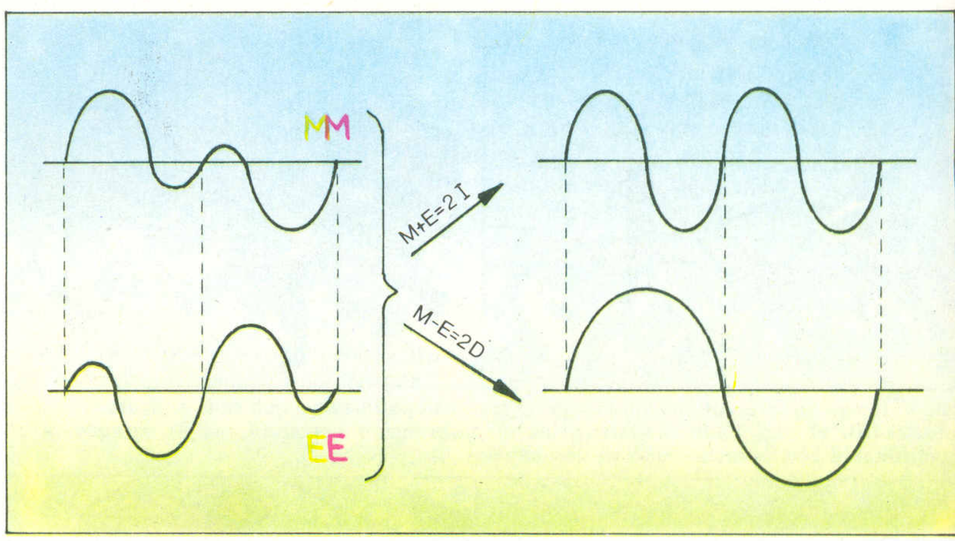
A partir de las señales de cada canal (I y D) es fácil formar otras dos nuevas: la M, como suma de canales (M = I + D), y la E, como diferencia de los mismos (E = I − D).

simplificar llamaremos I (de *I*zquierdo) y D (de *D*erecho).

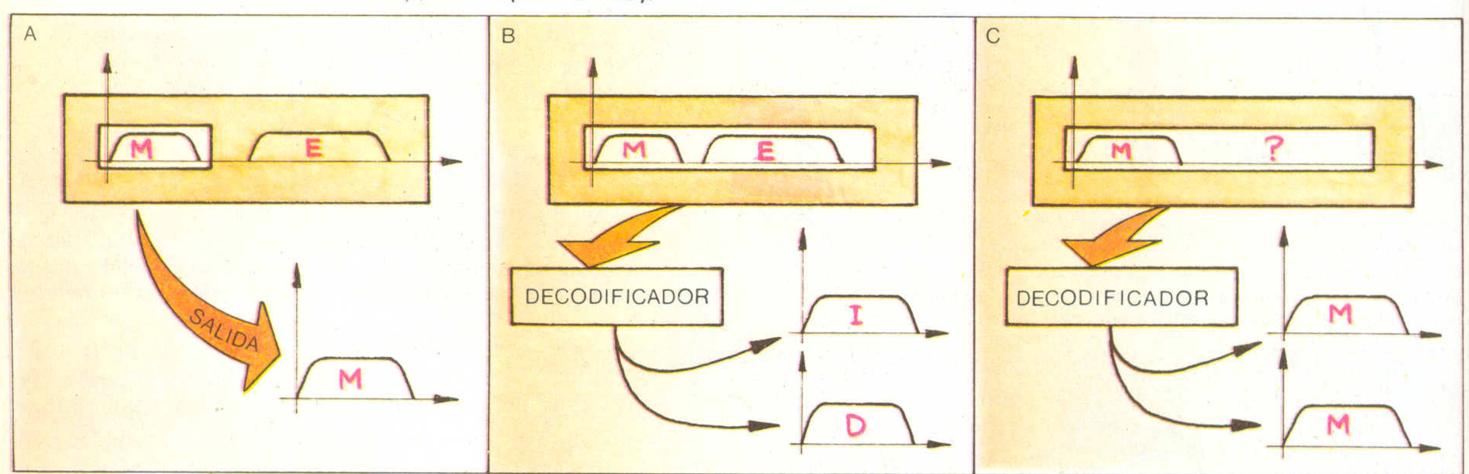
Parece claro que un aparato monofónico trabaja con la señal *suma* de ambos canales (I + D), esto es, una señal única que lleva la información de ambos lados. La condición de compatibilidad se cumplirá si las emisoras en estereofonía transmiten dicha señal suma (I + D), puesto que los receptores monofónicos recibirán la información completa de ambos canales. Así, pues, podemos llamar a esta señal M (de *M*onofónica), esto es: M = I + D. Por otro lado, el receptor estereofónico no tiene suficiente con esta señal, puesto que ambos canales van mezclados. Debemos suministrarle otra información más que le permita separarlos, y que al mismo tiempo pase desapercibida al receptor normal monofónico, para cumplir la condición de compatibilidad. Esta nueva información suele ser casi siempre la señal *diferencia* de ambos canales (I − D), que llamaremos E (de *E*stereofónica), de forma que: E = I − D. Resulta sencillo comprobar que la combinación adecuada de las señales M y E nos restituye la información de cada uno de los canales. Así, la suma de M y E nos da el canal izquierdo, mientras que su diferencia nos da el canal derecho. Algún lector se preguntará si hay necesidad de complicar tanto la cosa: si, de cualquier forma, hay que transmitir dos señales, ¿por qué no se transmiten directamente cada uno de los dos canales? La respuesta es clara: caeríamos en la incompatibilidad del sistema con los receptores ya existentes, que recibirían *un* solo canal (el derecho o el izquierdo). Estos sistemas se denominan de *estereofonía codificada.*

Ya hemos dicho que la señal E debe de pasar desapercibida por el receptor monofónico. Para ello lo que se hace es mezclarla con la señal M. La «mezcla» puede realizarse de varias maneras, y aquí era donde precisamente estribaba la diferencia entre los distintos sistemas experimentados y propuestos para su aceptación con vistas a una normalización. Aquí sólo vamos a ver los aspectos relacionados con el funcionamiento del sistema que resultó elegido, y que es el que adoptan

todos los fabricantes de sintonizadores.
En esencia, el método empleado en la actualidad transmite la señal M como si de una emisora normal se tratara. La señal E se introduce como un sonido de frecuencia supersónica (por encima de 20 KHz), de forma que se envía junto con la señal M. En el lado receptor, un sintonizador no preparado para recibir señales estereofónicas sólo «verá» y dejará pasar la señal M, y no la señal E, ya que para él serán sonidos inaudibles que eliminará. Así se consigue la condición de compatibilidad.
Por otro lado, un sintonizador preparado «sabe» que por encima de las frecuencias audibles existe otra señal (si la emisora es estereofónica) que lleva información útil. Por tanto, las



La combinación adecuada de M y E dan las I y D. Así, con la suma de M y E se obtiene el canal izquierdo (M + E = 2I), mientras que con su diferencia se obtiene el canal derecho (M − E = 2D).



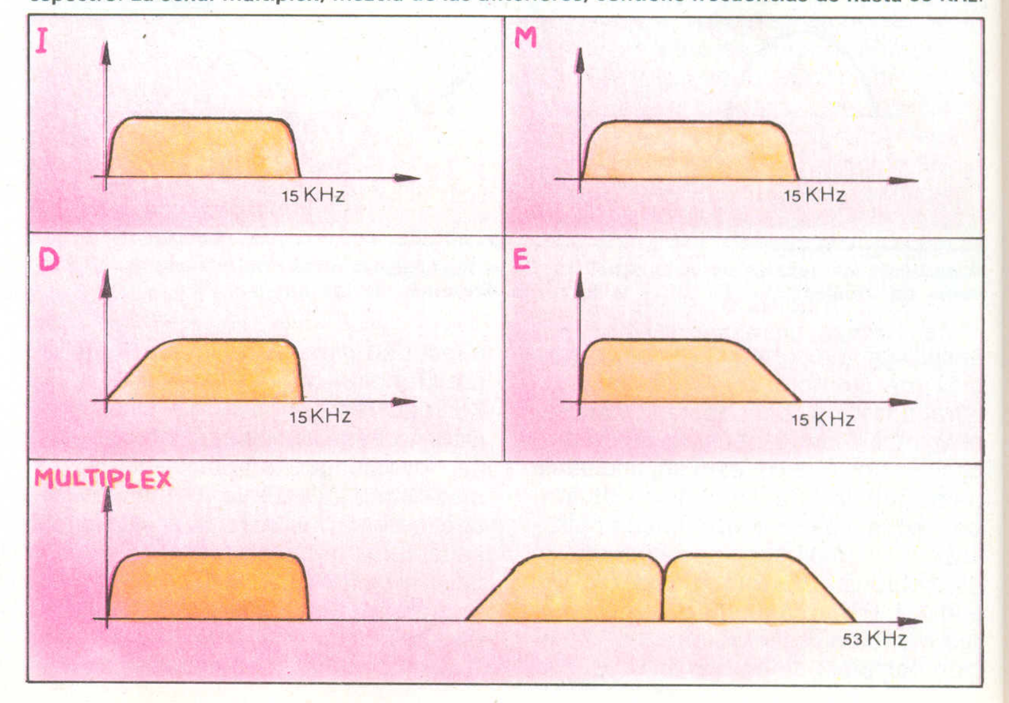
Un receptor monofónico sólo es capaz de «ver» la parte M de una señal estéreo (A). Por el contrario, uno estereofónico puede procesar adecuadamente la señal para dar las I y D (B). Igualmente puede procesar una señal monofónica, ya que en este caso, no existiendo información estéreo, envía la señal M a ambas salidas (C).

separará y procesará adecuadamente, entregando a su salida las señales de los dos canales (I y D) por separado. Cuando al sintonizador estéreo llega una señal desde un transmisor monofónico, examina si hay «algo» por encima del margen audible. Como, en este caso, no encontrará nada, lo interpretará como que la señal recibida no es estereofónica (como en realidad ocurre), y entregará en ambos canales (I y D) idéntica señal, igual a la recibida.

Pérdida de calidad

Puede considerarse que la señal monofónica (suma de ambos canales) tiene el mismo espectro de frecuencias que el de cada uno de los canales por separado, ya que, al fin y al cabo, las tres están formadas por sonido proveniente de unas determinadas fuentes. Por tanto, se necesitará para su correcta transmisión un ancho de banda de audio del orden de los 15 KHz.

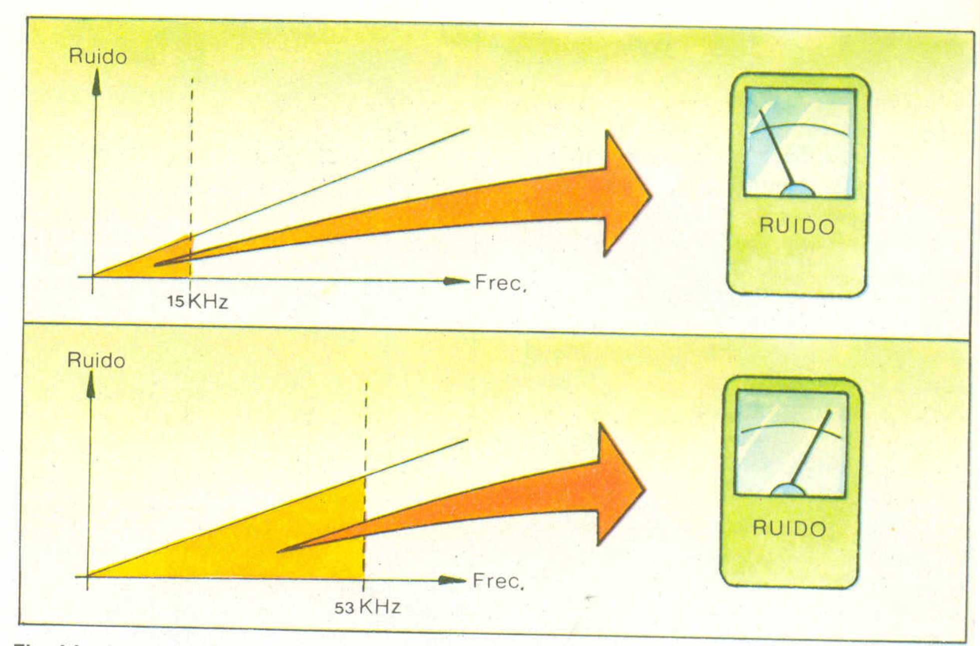
Las señales I y D provienen de un programa sonoro, y contendrán frecuencias de hasta 15 KHz. Las señales M y E, que son combinaciones de las anteriores, presentarán el mismo espectro. La señal múltiplex, mezcla de las anteriores, contiene frecuencias de hasta 53 KHz.



La señal diferencia de canales, que es la que lleva la información estereofónica, se mezcla con la anterior como si se tratara de sonidos supersónicos (de frecuencias superiores a la maxima audible), como ya se explica en otro sitio de estas mismas páginas. Esto es consecuencia de la forma en que se lleva a cabo la mezcla, lo cual no quiere decir que la señal E contenga frecuencias supersónicas en sí. También para esta señal (antes de efectuar la mezcla) cabe considerar un ancho de banda de unos 15 KHz, ya que está compuesta por señales de audio igual que la anterior. El hecho de que sea *diferencia* de señales no implica sino una posible disminución de amplitudes, pero no del ancho de banda ocupado.

La señal resultante de la «mezcla» de las mono (M) y estéreo (E) ocupa un ancho de banda del orden de 53 KHz (muy por encima del espectro de audio), por lo que los equipos que la manejen deben ser de diseño especialmente concebido para señales estereofónicas. Naturalmente, este mayor ancho de banda ocupado implica un mayor ancho de canal de transmisión (que no va en proporción con el aumento del de la señal a transmitir), ya que se producen más componentes laterales, como ya dijimos en su momento.

La recuperación del mayor número posible de componentes implica, en el lado receptor, una mayor amplitud de paso de banda en las distintas etapas. Esto también implica una mayor cantidad de ruido a la salida, por lo que de dos transmisiones, una en mono y otra en estéreo, la segunda tendrá una relación señal/ruido (calidad) menor, en igualdad del resto de condiciones (antena, sensibilidad, potencia de transmisión, etc.).



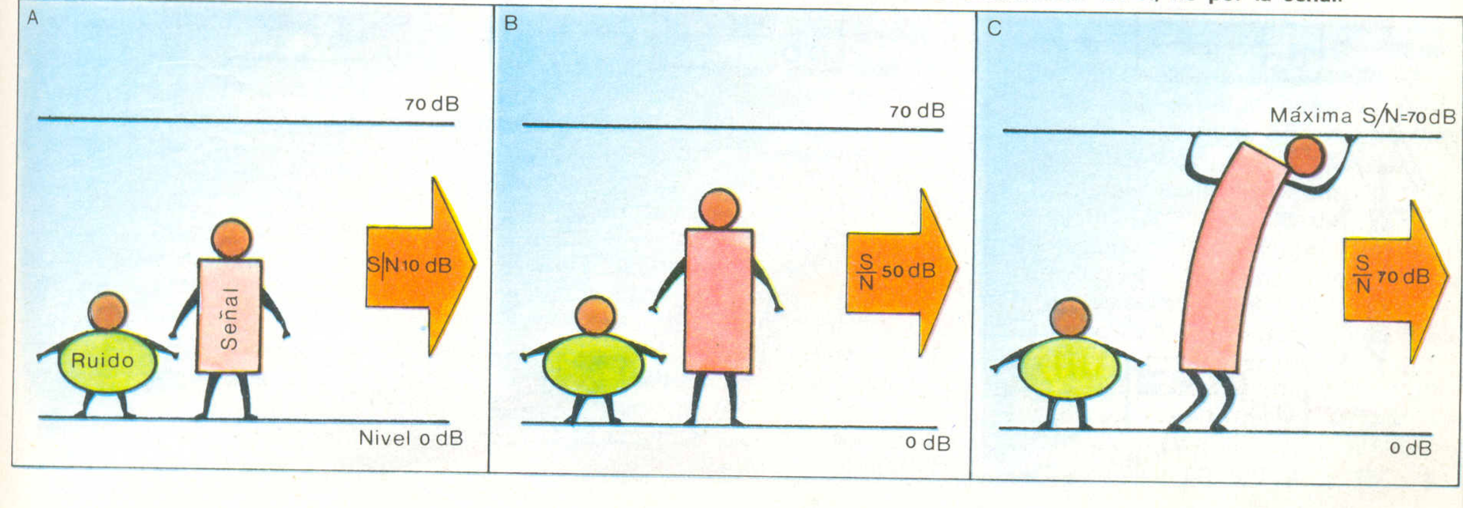
El ruido presente a la salida de un sintonizador de FM depende en gran manera de la banda de paso de la señal de radio. Así, para señales estéreo, se obtiene un mayor nivel de ruido, por ser mayor igualmente la banda de paso. El aumento del ruido se cifra en algo más de 20 dB.

Si hasta ahora se había hecho gran hincapié en la utilización de la antena correcta para FM, cuando la emisión sea estereofónica su uso resulta de primerísima importancia si deseamos una recepción correcta con un nivel de calidad aceptable. La pérdida de calidad alcanza una cifra importante (poco más de 20 dB), aunque afortunadamente existen remedios para compensarla.

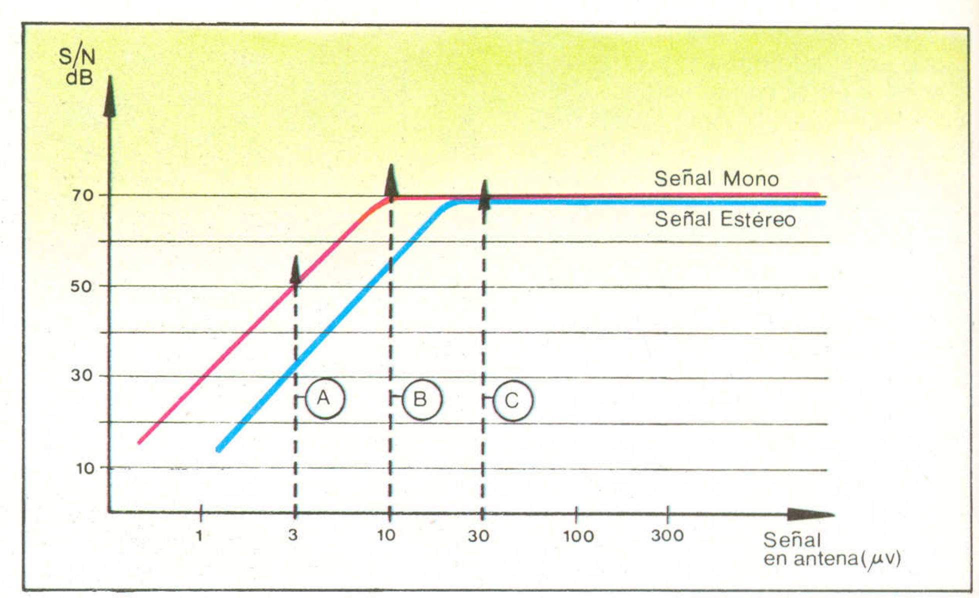
Hemos de pensar que la cantidad de ruido presente a la salida de nuestro sintonizador es aproximadamente constante (sólo depende del mayor o menor ancho de banda empleado), por lo que la calidad dependerá directamente de la señal útil que el sintonizador reciba. Dicho de otra forma, una pérdida de calidad se puede compensar con un mayor aporte de señal. Para un sintonizador dado, ¿cómo puede entregársele más señal? Muy sencillo: con una antena más directiva. ¿Y para una cierta cantidad de señal recibida? La solución sólo puede pasar por un receptor más sensible. En ambos casos, también sería importante un aumento de la potencia del transmisor, lo que acarrearía mayor señal; pero este extremo es difícilmente modificable por el aficionado.

La pérdida de calidad antes dicha (20 dB) puede conseguirse con una antena, aunque debería ser muy directiva, lo que implica también un gran número de elementos. Con un dipolo como elemento activo, y 18 elementos pasivos (dos reflectores y 16 directores) se consiguen del orden de

El ruido presente en la salida de un sintonizador es apreciablemente constante, por lo que la calidad (relación señal/ruido) de la reproducción dependerá directamente del nivel de señal útil. Así, en (A) la calidad es pobre; en (B) es suficiente, al haber aumentado la señal, mientras que en (C) hay suficiente señal como para que la calidad venga dada por los circuitos del sintonizador en sí, no por la señal.



13 dB de ganancia, aún lejos de los 20 dB necesarios, y siendo ya una antena realmente aparatosa.
Más importantes son las ganancias conseguidas cuando se eleva la antena sobre el terreno circundante. Así, situándola a 15 metros por encima del nivel en que la tenemos se consiguen unos 14 dB de ganancia, y si conseguimos elevarla 25 metros, la ganancia pasará a ser del orden de 20 dB, con lo que se podrá compensar la pérdida antes dicha, incluso empleando la misma antena.
La elevación puede conseguirse situando la antena en lo alto del edificio donde vivimos, o con ayuda de un mástil o torre adecuada; incluso situándola en algún promontorio próximo, aunque esto implicará una línea larga de unión entre antena y sintonizador, existiendo pérdidas suplementarias a tener en cuenta. Con cintas planas de calidad de 240 ó 300 Ω las atenuaciones introducidas son del orden de 2 a 3 dB por cada 100 metros de línea, mientras que con cable coaxial pueden ser de 5 a 8 dB para igual longitud.
No siempre es necesaria la adopción de medidas tales como las comentadas; dependerá de cada caso concreto. Puede hacerse una prueba muy sencilla, que nos dirá si necesitamos o no mejorar el sistema de antena que tenemos. Se trata de sintonizar una emisión en estereofonía. Seleccionemos el modo de funcionamiento del sintonizador en la posición *mono;* oiremos la emisión con una cierta calidad. Sin variar la sintonía, seleccionemos ahora el modo en estéreo o en automático; la calidad de audición apenas si debe variar. Si al pasar a estéreo se nota un ruido de fondo, similar a un siseo (aunque el programa sonoro se oiga con nitidez), necesitaremos mejorar la antena.
En zonas urbanas y cuando la emisora sea de gran potencia, la señal recibida suele ser lo suficientemente elevada como para permitir funcionar al sintonizador con una antena normal omnidireccional. Cuando la distancia a la emisora sea superior a unos 30 kilómetros es cuando pueden presentarse los problemas.

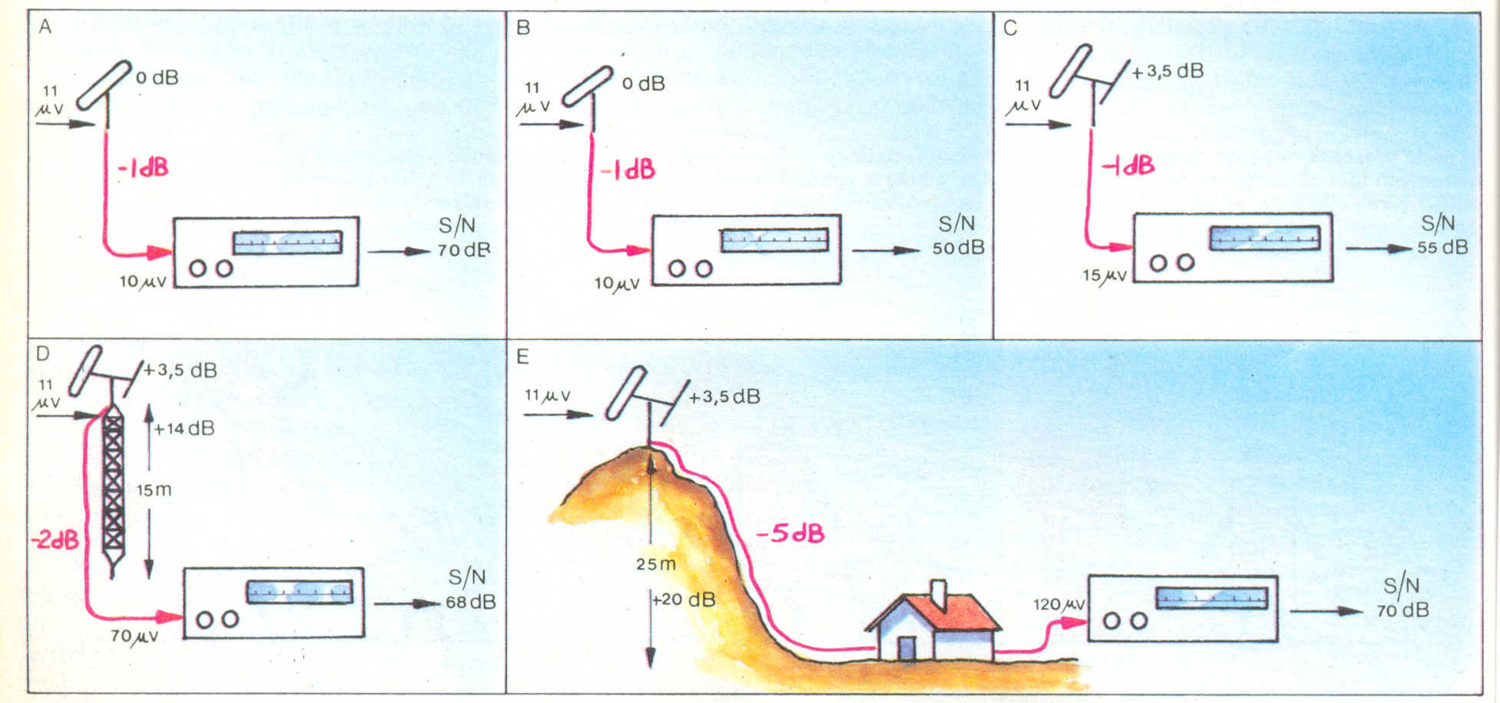


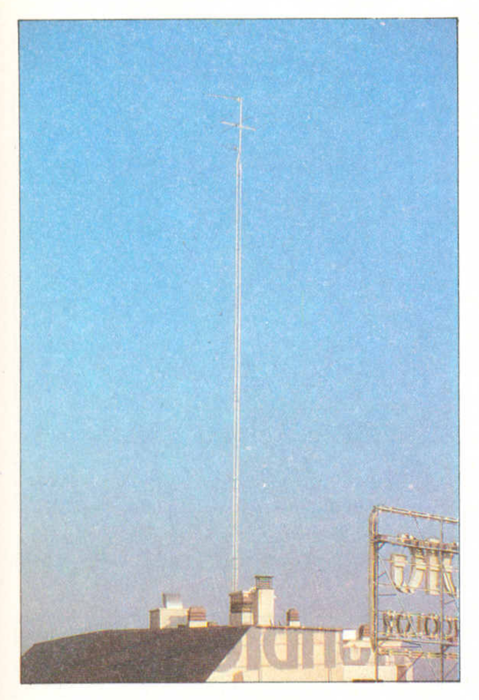
La calidad de una reproducción depende del nivel de señal en antena, y de si la transmisión es o no estereofónica. Con 3 μV (A) se obtiene una calidad aceptable en mono, pero no en estéreo. Con 10 μV (B) se obtiene una calidad excelente en mono y aceptable en estéreo. Con 30 μV y más en antena (C) se obtienen niveles de calidad excelentes tanto en mono como en estéreo.

Sensibilidad de los sintonizadores

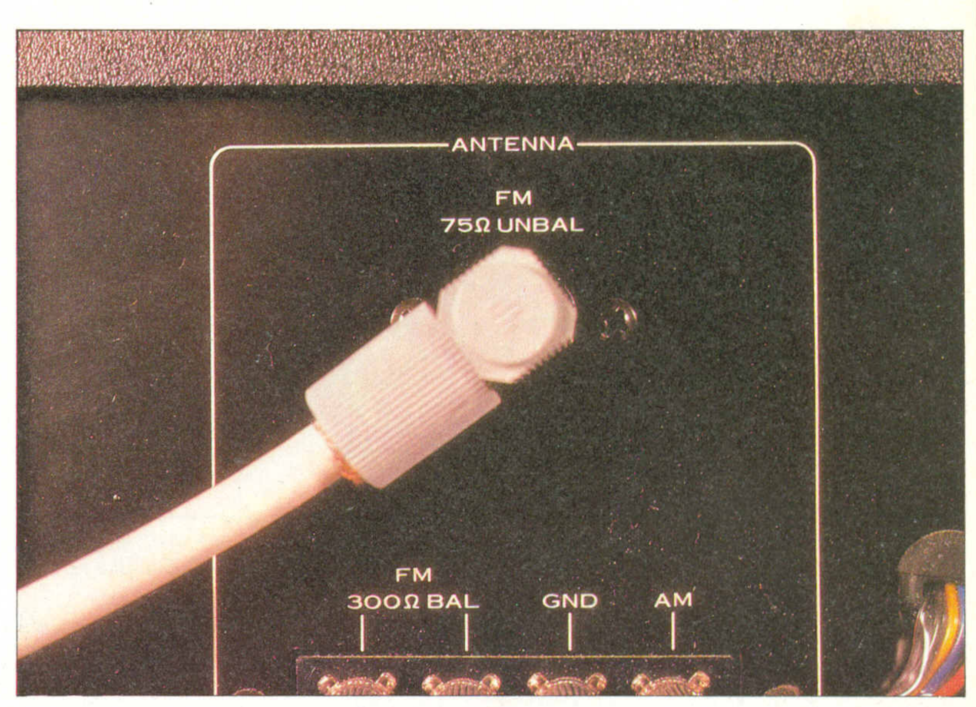
Ya dijimos anteriormente, qué se entiende por sensibilidad. Para FM se suele dar siempre la tensión de señal que hay que aplicar sobre la toma de

Las pérdidas y ganancias en decibelios pueden sumarse algebraicamente. Las principales cifras se obtienen de la ganancia de la antena (0 ó + 3,5 dB), las pérdidas en el cable (− 1, − 2 y − 5 dB), y las ganancias por elevación de la antena (+ 14 y + 20 dB). Esto hace variar la calidad de la salida obtenida. En (A) se considera que la señal recibida es monofónica, mientras para el resto de las situaciones, señal estéreo.

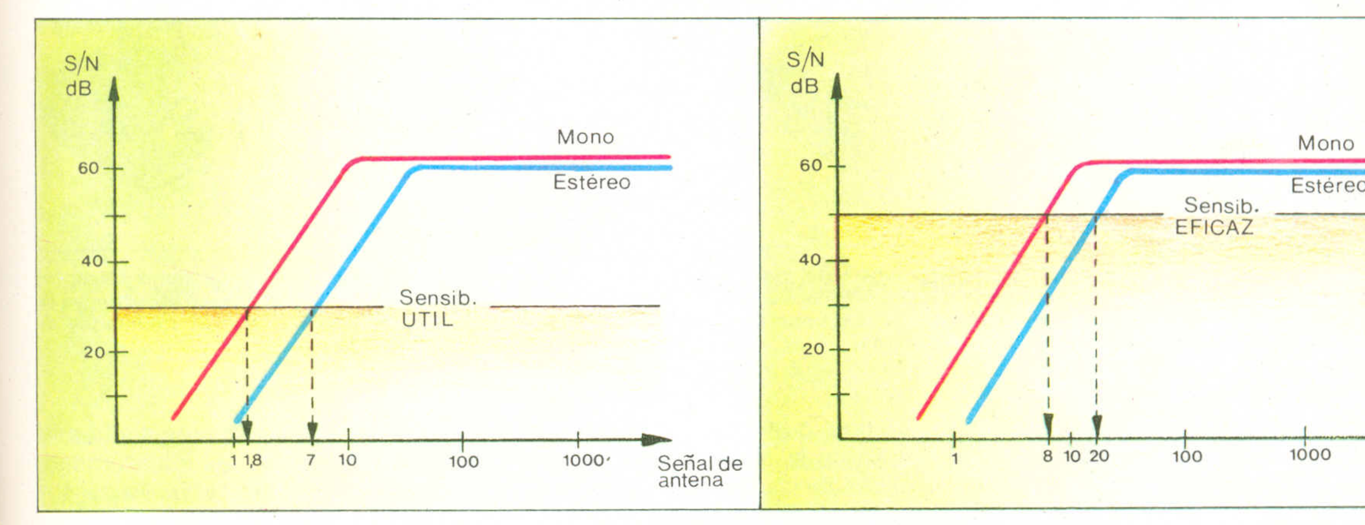




Las antenas para FM es conveniente situarlas lo más elevado posible sobre el terreno circundante. Solamente con una torre adecuada, puede multiplicarse la señal recibida.



Los niveles de sensibilidad de un receptor se miden sobre la toma de 300 ohmios (normas IHF) o sobre la de 75 ohmios (normas DIN).

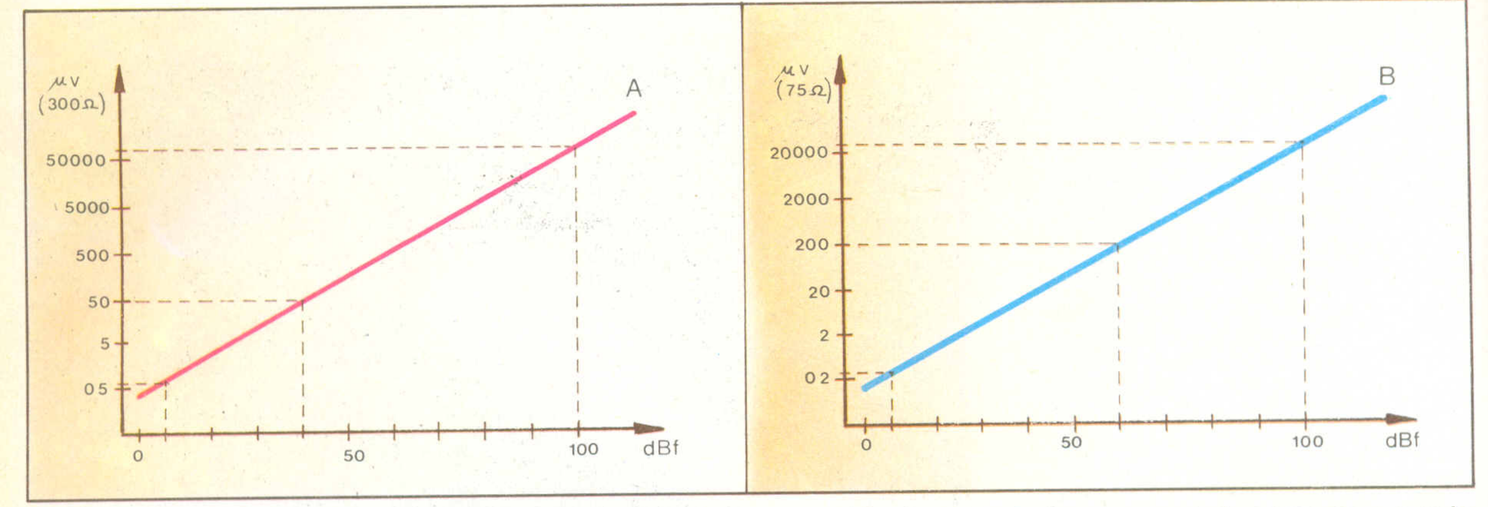


Las cifras dadas como de sensibilidad útil son mucho más bajas que las correspondientes a la sensibilidad eficaz, porque el nivel de calidad en las últimas es mayor que en las primeras.

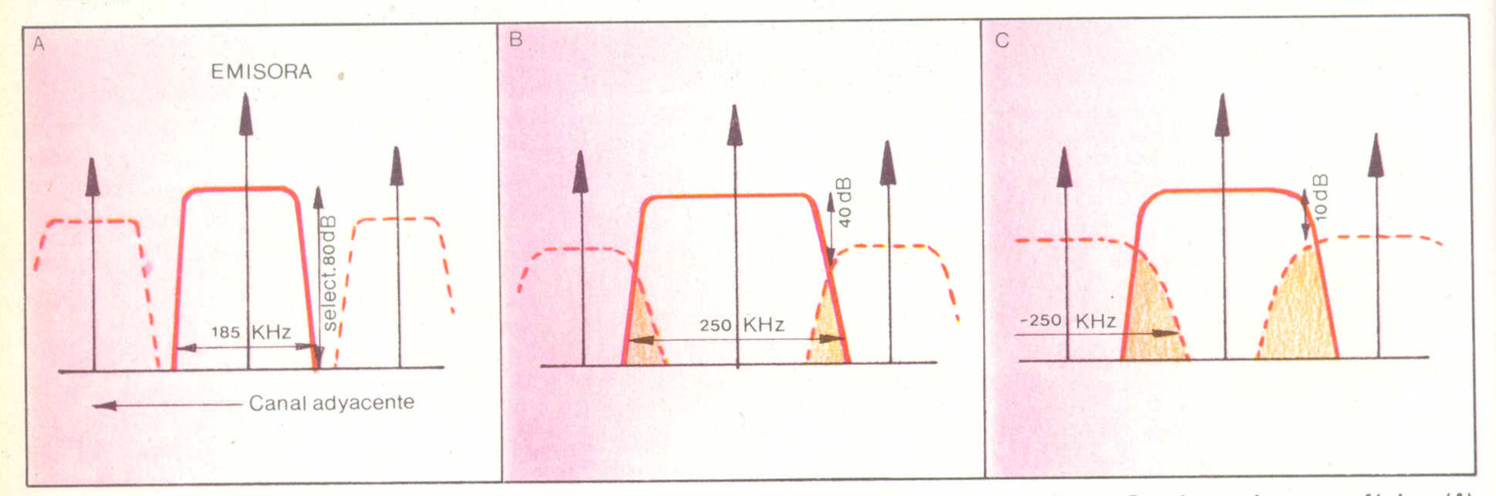
300 Ω para conseguir una cierta calidad (un valor mínimo de la relación señal/ruido) a la salida. Es importante recalcar que la cifra dada debe ser sobre 300 Ω; si la sensibilidad se da para la toma de 75 Ω, o incluso sobre 60 Ω (como especifican las normas europeas DIN), la cifra es justamente la *mitad* de la que se obtendría sobre 300 Ω. No nos dejemos engañar por las especificaciones y leámoslas bien, de forma que cuando comparemos las prestaciones de dos equipos distintos, asegurémonos de que las condiciones de prueba son iguales para ambos. Suelen admitirse dos niveles de calidad para dar la cifra de sensibilidad. Así puede definirse la *sensibilidad útil* (en inglés, «usabe sensitivity») como aquel valor que proporciona una relación señal/ruido a la salida de 30 dB. Mucha mejor calidad de escucha se obtiene cuando dicha relación sube a 50 dB; la cifra dada para esta calidad es la que se conoce como *sensibilidad eficaz* (en inglés, «quieting sensitivity»), y naturalmente es mayor que la anterior. En cualquiera de los dos casos, cuanto más baja sea la cifra, más sensible será el sintonizador, y más débiles señales será capaz de captar y hacerlas sonido.

Cuando la señal que se recibe es estereofónica, la cifra de sensibilidad del sintonizador es considerablemente más elevada que para señales monofónicas, debido a las características propias del sistema que ya hemos comentado. No obstante, un sintonizador estereofónico puede siempre tratar como monofónica una señal estéreo, de forma que, en caso de calidad pobre, siempre queda la posibilidad de escuchar en monofonía la emisora; se trata simplemente de obtener calidad a cambio de otras prestaciones del equipo.

Las cifras que pueden encontrarse hoy día para la sensibilidad útil son del orden de 2 μV (300 Ω), e inferiores, para señal monofónica, y de 5 μV



Las sensibilidades de dos sintonizadores medidas en dBf pueden compararse directamente, sin tener en cuenta la norma con que se ha hecho la medida. Aquí se dan dos gráficos para convertir a dBf las sensibilidades expresadas en microvoltios (µV) sobre 300 y sobre 75 ohmios.



La selectividad de los sintonizadores depende en gran manera del ancho de banda de paso de los mismos. Para los equipos monofónicos (A) la selectividad es grande, ya que la banda pasante es más exigua. Cuando un receptor estéreo sintoniza una emisora estéreo (B) el ancho de banda es mayor, con lo que la selectividad disminuye. La cosa se complica cuando emisoras en canales adyacentes transmiten en estéreo (C), pues la selectividad puede reducirse aún más.

(300 Ω), y menores, para señal estéreo. Cuando se desea una recepción de mayor calidad y nos vamos a las cifras dadas para la sensibilidad eficaz los números se disparan, siendo corrientes valores del orden de 5 µV (300 Ω) para mono y de 40 µV (300 Ω) para señal estéreo.

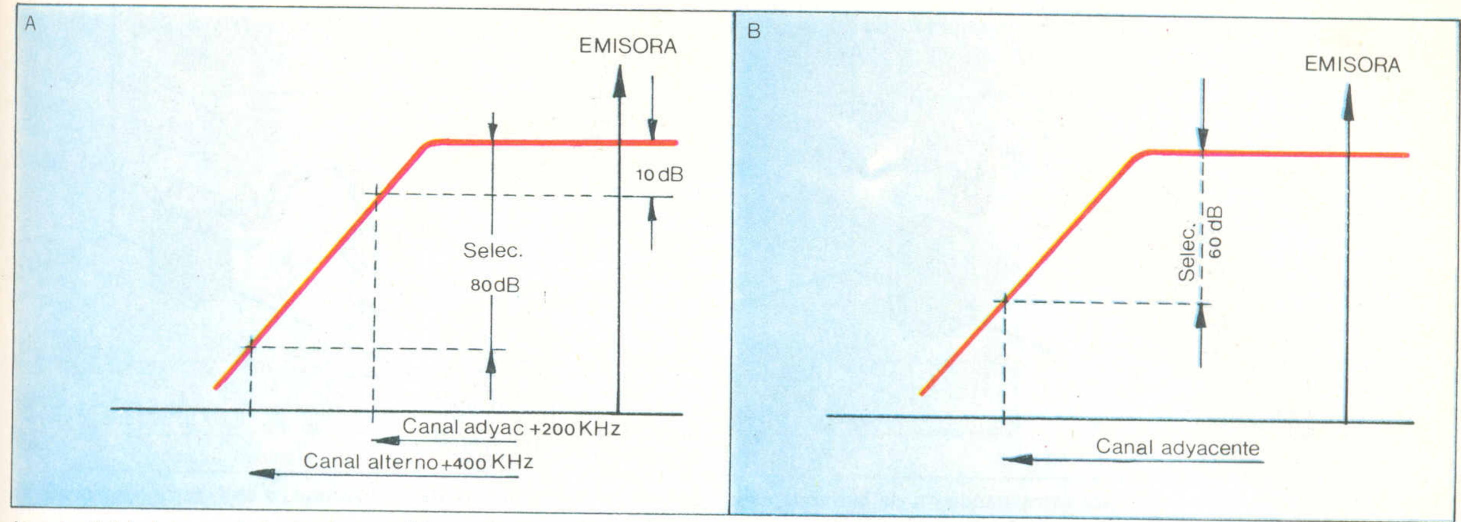
Todas las cifras dadas hasta aquí se refieren a la normativa americana IHF, más al día que su correspondiente europea DIN. De cualquier forma, las diferencias no son muy notables, pues esta última establece que las relaciones señal/ruido obtenidas con las cifras de sensibilidad útil y eficaz deben ser de 26 y 46 dB, respectivamente, algo más bajas que los 30 y 50 dB de las IHF. Esto supone que para un mismo sintonizador la cifra de sensibilidad obtenida según las especificaciones DIN es aproximadamente las 2/3 partes de la obtenida según las IHF para el caso de la sensibilidad eficaz, mientras que es un 10 % menor cuando se da la cifra de sensibilidad útil (a causa de las características propias de los sintonizadores). Normalmente, esos 4 dB de diferencia entre unas y otras no deben ser decisorios, en general, a la hora de la elección de un equipo, por lo que, con carácter general, pueden compararse las cifras de sensibilidad directamente, sin tener en cuenta si son normas DIN o IHF, pues la simple adición de un reflector a un dipolo supone ya 3,5 dB de ganancia, por lo que en casos límite la solución a adoptar puede ser sencilla.

El hecho de dar una cifra de sensibilidad eficaz conlleva una relación señal/ruido mínima de 50 dB. Naturalmente, esto implica que el conjunto de circuitos del sintonizador va a tener una calidad igual o superior a esos 50 dB, pues de otra forma no tendría sentido hablar de «sensibilidad eficaz». En la práctica, suelen darse calidades superiores, siendo corriente encontrar relaciones señal/ruido superiores a 70 dB para recepción monofónica y a 65 dB para estéreo (con el nivel de señal en antena suficientemente elevado).

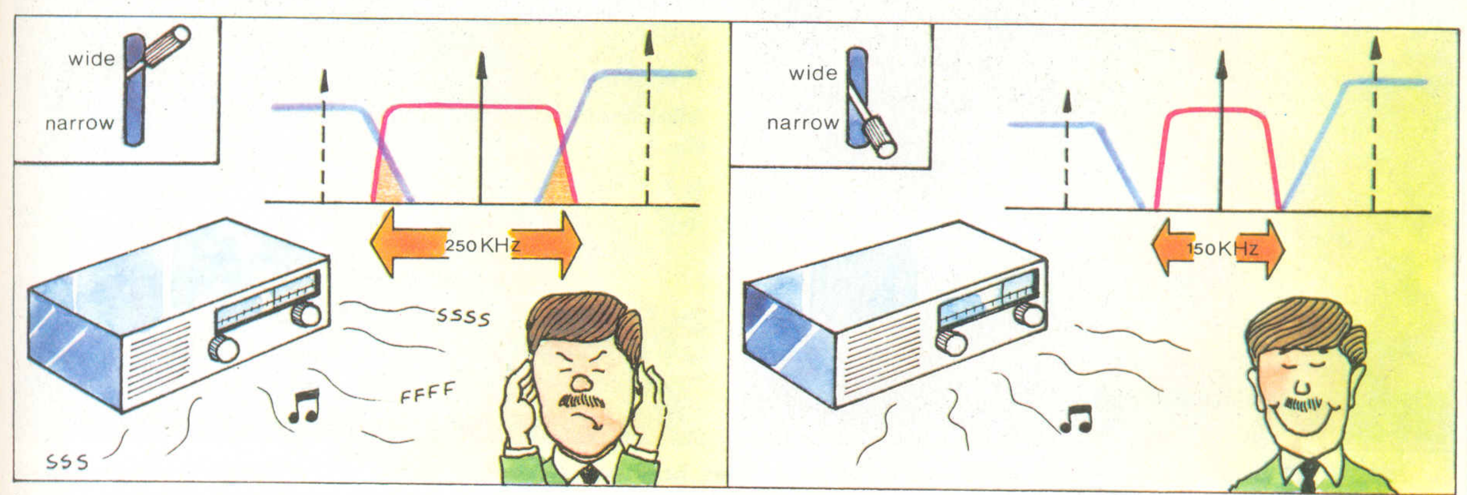
La selectividad en FM

Todos los sintonizadores de FM de calidad son hoy día del tipo superheterodino. La selectividad en este tipo de sintonizador depende fundamentalmente de la etapa de frecuencia intermedia (FI). Del diseño de esta etapa también depende el ancho de banda que va a dejar pasar el sintonizador, parámetro importante en especial para FM estéreo, pues es el que va a determinar la calidad obtenida con una señal radio estereofónica.

Si la atención del diseño va hacia una



La selectividad de un sintonizador medida según normas IHF (A) es muy distinta según que se trate del canal adyacente o del contiguo. Para las normas DIN (B) hay una sola medida.



Cuando se obtiene gran cantidad de interferencias de emisoras próximas, puede seleccionarse la anchura de la banda de paso del sintonizador, con lo que se suprimen las mismas.

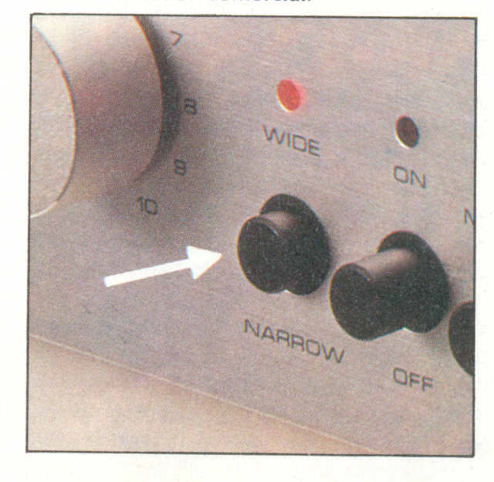
buena calidad de sonido estereofónico, el ancho de banda pasante debe ser grande; pero cuanto más «ancho» sea, más nos acercaremos al espectro de frecuencias ocupado por la emisora del canal adyacente y, por tanto, más empeorará la selectividad del sintonizador. Así, pues, existe un compromiso práctico entre ambos parámetros, pues mejorar uno implica empeorar el otro.

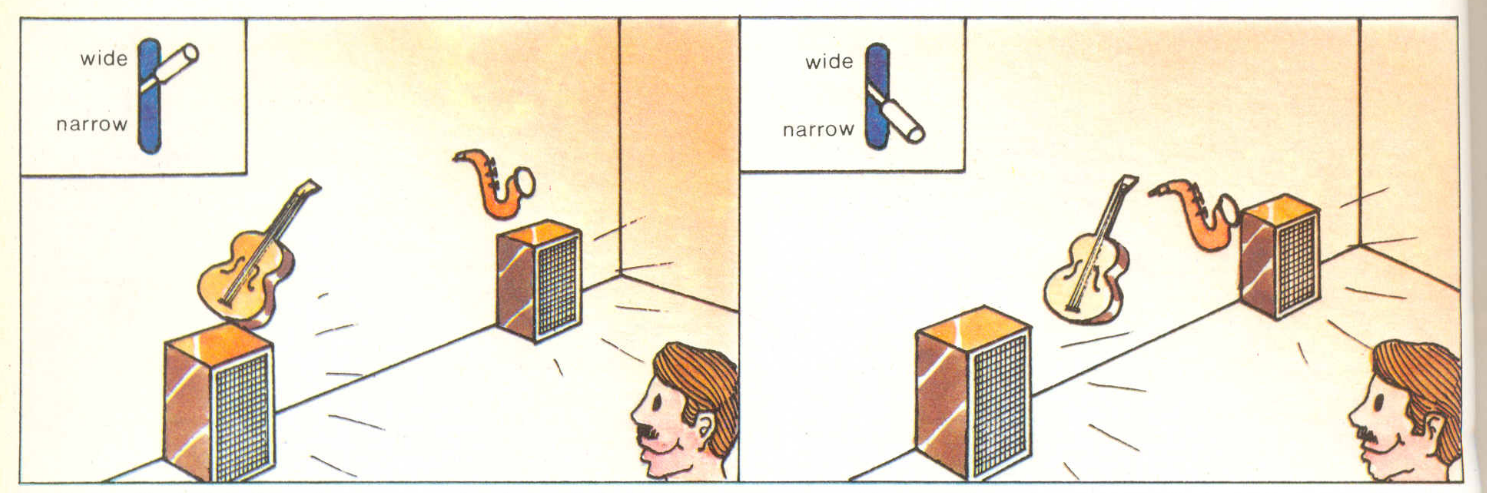
Es difícil precisar cuál es el ancho de banda idóneo para una recepción de calidad en FM estéreo; la cifra óptima podríamos situarla sobre 225-250 KHz. Con espaciamiento entre emisoras próximas de tan sólo 200 KHz (canales adyacentes en EE. UU.), es claro que no pueden permitirse tales anchos de banda, con lo que la recepción de señales estereofónicas se hace muy crítica. Es por eso que se establece la separación de canales de 400 KHz (canales alternos) cuando por lo menos una de las dos emisoras en litigio transmite en estereofonía.

Es por esta razón que en las especificaciones de los sintonizadores suelen darse dos cifras de selectividad, una respecto del canal adyacente y otra para el canal alterno. Cuando sólo se da una de ellas se sobrentiende que es la del canal alterno. La forma de realizar la medida es la misma que ya se explicó anteriormente para AM, aunque los valores suelen diferir bastante. Así, para el caso del canal adyacente suelen encontrarse cifras muy bajas, del orden de 10 dB, lo que significa selectividad muy poco acusada, debido a las causas ya comentadas. En cambio, para el canal alterno las cifras son mucho más elevadas, y los buenos sintonizadores no presentan menos de 60 ó 65 dB de selectividad para una desviación típica de ± 75 KHz. En cualquier caso, cuanto mayor sea la cifra, mayor selectividad tendrá el equipo.

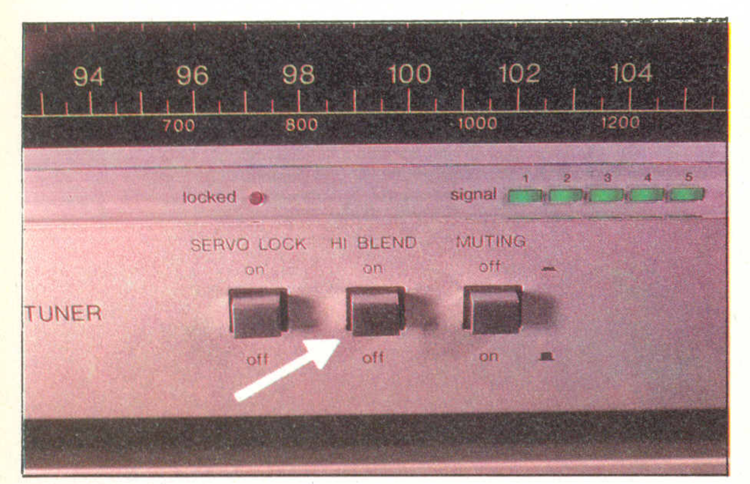
Para los equipos europeos, en que la separación entre canales normalizada es de 300 KHz, la selectividad se da

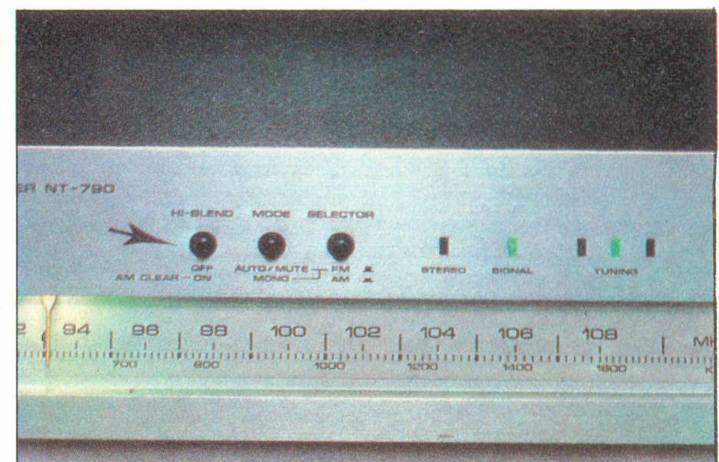
Mando del selector de anchura de banda en un sintonizador comercial.





La eliminación de interferencias por estrechamiento de la banda de paso tiene el inconveniente de que se realiza una cierta mezcla de los canales, con lo que se pierde algo de imagen estereofónica.





En ocasiones, los supresores de interferencias vienen con otros nombres. Es importante elegir un tipo de circuito que actúe sobre la señal de radio y no sobre la calidad de la señal de audio.

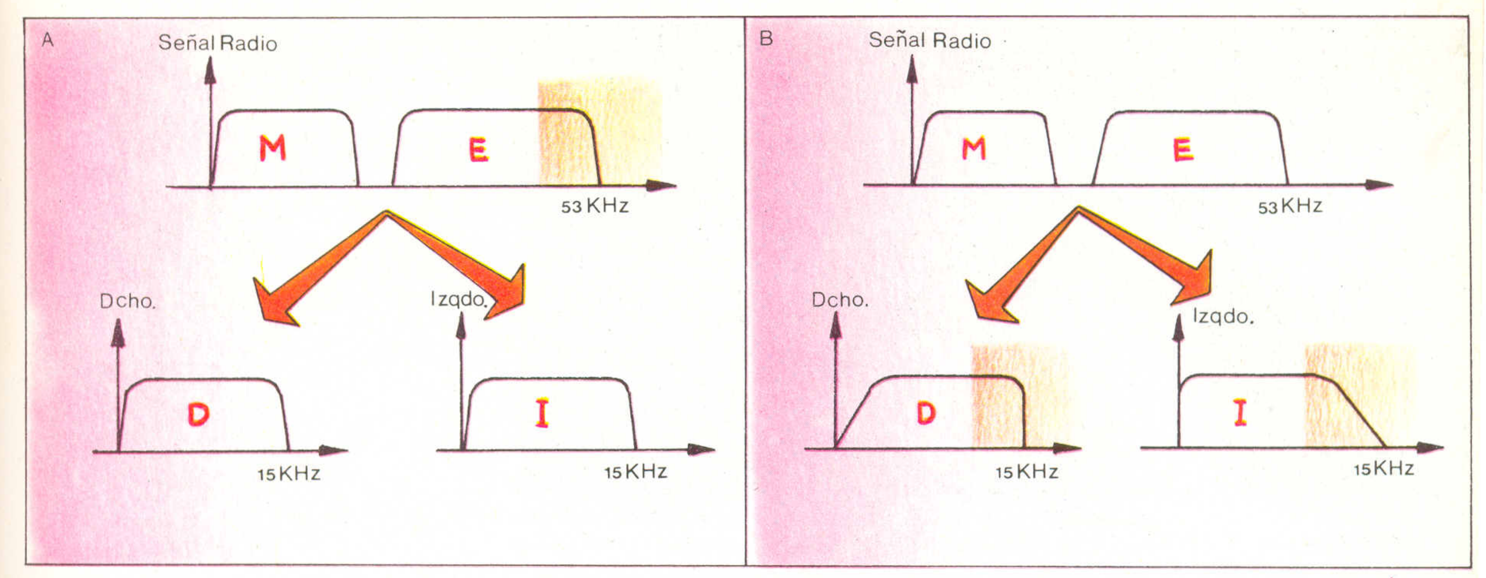
sólo para el canal adyacente, y suelen obtenerse cifras también por encima de 60 dB. De todas formas es conveniente advertir que esta última cifra se da para desviaciones de frecuencia típicas de ± 40 KHz, lo que supone un menor ancho de banda ocupado por las emisoras, y, por tanto, una mejor cifra de selectividad. Por esta razón las cifras de los equipos europeos (norma DIN) no son directamente comparables con las dadas para los equipos de origen americano o japonés (norma IHF).

Desafortunadamente para el aficionado, no es sencillo establecer un método de comparación, partiendo sólo de las cifras dadas, pues entran otros parámetros en juego. De todas formas, podemos decir que de dos sintonizadores que presenten cifras iguales de selectividad, el medido con arreglo a las normas IHF será ligeramente más selectivo que el que lo haya sido según normas DIN, aunque insistimos que se trata de una generalización. Dicho de otra forma, un mismo sintonizador dará mejores cifras de selectividad cuando se le hagan cumplir las normas DIN, que cuando la medición se haga con arreglo a la normativa IHF. Todas estas cifras son válidas para sintonizadores preparados para recibir señales estereofónicas, que son los que mayor ancho de banda necesitan. Aquellos equipos que sólo puedan recibir señales monofónicas tendrán, lógicamente, una selectividad mucho más acusada, ya que dichas señales necesitan un menor ancho de banda pasante.

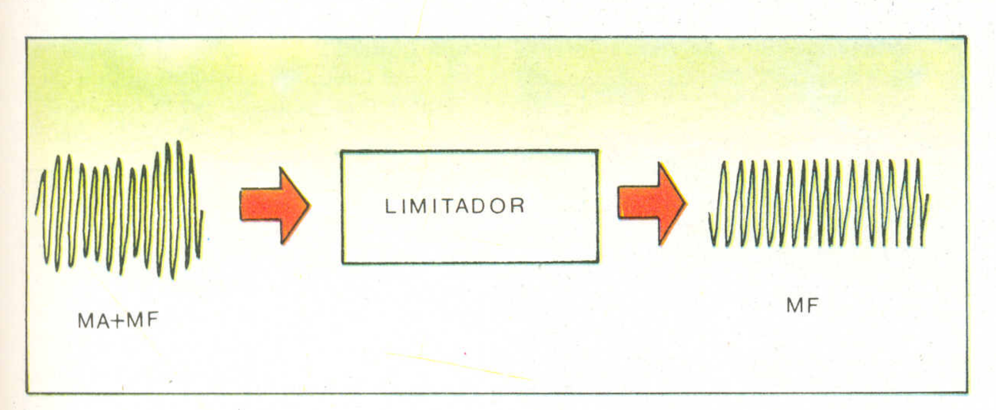
En un sintonizador con suficiente ancho de banda en el paso de FI como para recibir perfectamente señales estereofónicas pueden presentarse otros problemas. Si vivimos en una zona a la que llega similar señal de dos emisoras situadas en canales próximos, la interferencia de una sobre la otra puede ser importante, debido precisamente a ese gran ancho de banda del sintonizador.

Por esta razón, algunos equipos incorporan un mando que permite al usuario poder elegir el ancho de banda de la etapa de FI. Dicho mando (pulsador o conmutador) suele tener dos posiciones, denominadas generalmente *FI banda ancha* (en inglés, «wide band IF») y *FI banda estrecha* («narrow band IF»). En las primeras se tiene la suficiente amplitud como para recibir señales estereofónicas, mientras que en la segunda el ancho de banda se acorta lo suficiente como para evitar interferencias del canal próximo.

Como fácilmente se comprende, este mando permite elegir la selectividad del sintonizador. Así, mientras que en la posición *ancha* la selectividad puede ser pobre (30 dB), en la *estrecha* pueden alcanzarse cifras excepcionales (por encima de 80 dB), con lo que aseguramos la eliminación de las interferencias. Estas cifras se refieren siempre al canal alterno (± 400 KHz), ya que para el adyacente (± 200 KHz) las cifras de selectividad en estos equipos son muy bajas (10 ó 20 dB en «estrecha» y 0 dB en «ancha»). En



Los clarificadores pueden ser de dos tipos: o bien recortan el ancho de banda de la señal de radio (A), con lo que no se varía la calidad de la señal de audio, o bien no se actúa sobre la señal de radio (B), sino que se suprimen las frecuencias altas de audio. Son preferibles los del primer tipo.



La supresión de la modulación de amplitud residual en una onda de FM se lleva a cabo por la etapa limitadora. Cuanto mejor actúe dicha etapa, menores interferencias de tipo atmosférico (entre otras) se producirán.

equipos europeos es raro encontrar este mando, pues la separación de 300 KHz entre canales adyacentes suele ser suficiente para que no se interfieran entre sí.

Parece claro que un tratamiento correcto de la señal estereofónica sólo se conseguirá con el mando en la posición «ancha», ya que en «estrecha» se suprimirán algunas de las componentes de la señal de radio, perdiéndose parte de la información necesaria para recomponer perfectamente la imagen estereofónica. Como más adelante veremos, el efecto de dicha pérdida se hace patente como una mezcla de los canales estéreo, que así sólo podrán tener una separación baja, inferior a aquélla con que fueron transmitidos en origen.

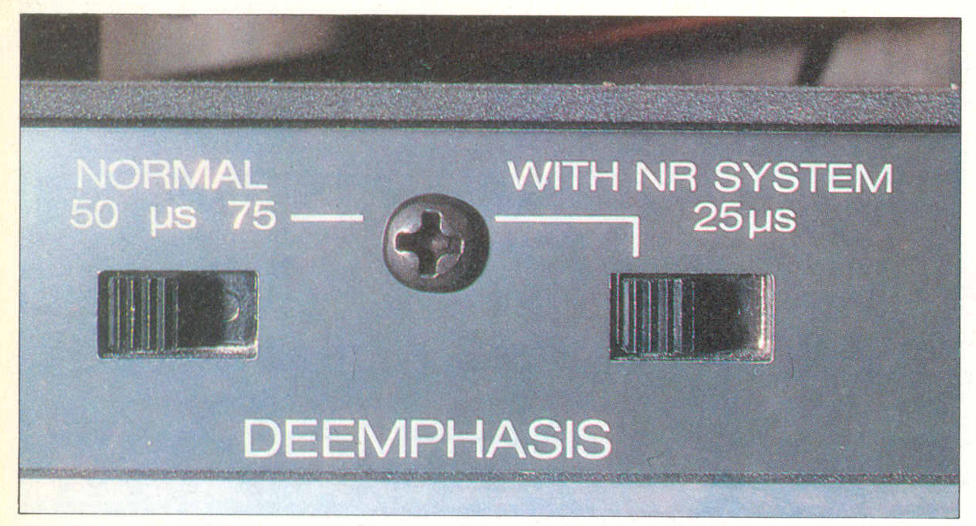
Las interferencias de emisoras en canales próximos suelen apreciarse como ruidos audibles que caen en el extremo de los agudos (tales como siseos, chisporroteos y ruidos similares). Una forma de eliminarlos puede consistir en limitar la banda de paso de *audio,* más bien que la de *radiofrecuencia.* En este caso, estaremos limitando la calidad (su respuesta en frecuencia) de la señal audio, independientemente de su mejor o peor imagen estereofónica. Entendemos que esta acción sólo debe tomarse cuando el grado de interferencia sea sumamente elevado, y que debe actuarse sobre el mando apropiado del preamplificador de la cadena, más que en el sintonizador. De todas formas, si esta situación se presenta, es preferible cambiar de programa, ya que la calidad obtenida en estas condiciones no va a ser muy elevada.

Los circuitos supresores de interferencias se presentan a veces con otros nombres, como *clarificador* (o, en inglés, «hi-blend» y «clarifier»), que pueden limitar la frecuencia de audio o bien la de la señal de radio (actuando a modo de selectores de banda de FI). Es preferible siempre el uso de los segundos, aunque también se presenta mezcla de los canales estereofónicos, en especial en las frecuencias altas de audio (agudos).

Otras características

También suele expresarse por medio de cifras otras características destacadas de los equipos sintonizadores. Por ejemplo, ya todos sabemos que la etapa anterior al demodulador en un sintonizador de FM (no en el caso de AM) es la llamada «limitadora», cuya misión es conseguir que al demodulador lleguen solamente variaciones de frecuencia y no de amplitud de la portadora. Este paso suprime cualquier modulación de amplitud que pudiera contener la señal radio, ya que dicha modulación (en caso de existir) no forma parte de la información útil, y debe ser eliminada.

Como sucede con todos los circuitos, el funcionamiento no es perfecto, y se suprime la modulación de amplitud sólo hasta cierto punto. Es decir, se lleva a cabo una «atenuación» de la misma. Cuanto mayor sea ésta, más cerca estará el equipo de la perfección. Como otros parámetros la atenuación de AM en una onda de FM, suele medirse en decibelios, siendo corriente encontrar valores superiores a unos 55 ó 60 dB (un valor de 60 dB supone rebajar la variación en la amplitud en un factor de 1.000). Entre otras cosas, esta cifra elimina los ruidos e interferencias atmosféricas (por ejemplo, las producidas por una tormenta) a su milésima parte, con lo que la escucha estará prácticamente exenta de este tipo de interferencia.

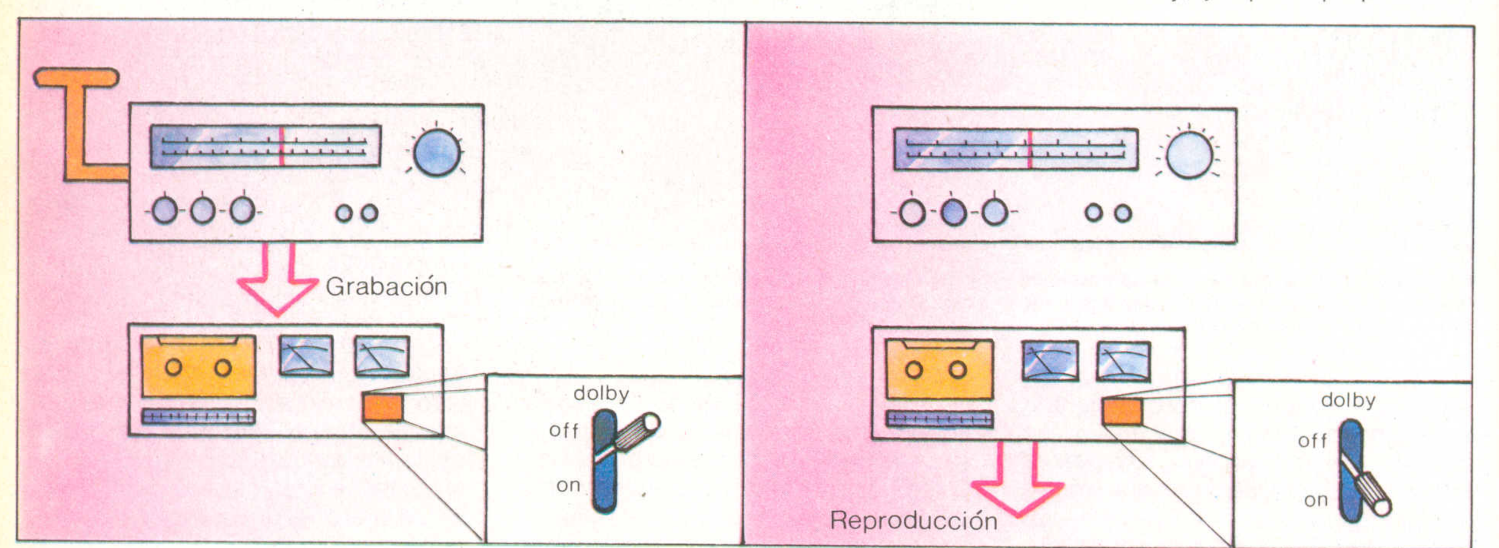


Cuando una transmisión se efectúa con sistema Dolby, la red de preénfasis/deénfasis a emplear debe ser de 25 μseg. Este extremo ha de tenerse en cuenta para una correcta recepción de las señales.

El elevado nivel de calidad obtenido en la transmisión en FM ha llevado a adoptar nuevos sistemas para aprovechar al máximo sus prestaciones. Así, algunas emisoras comienzan ya a transmitir sus programas con procedimientos de reducción de ruido incluidos. En la práctica, el único que ha conseguido aceptación ha sido el sistema Dolby, que se basa en idénticos principios que su homónimo para magnetófonos.

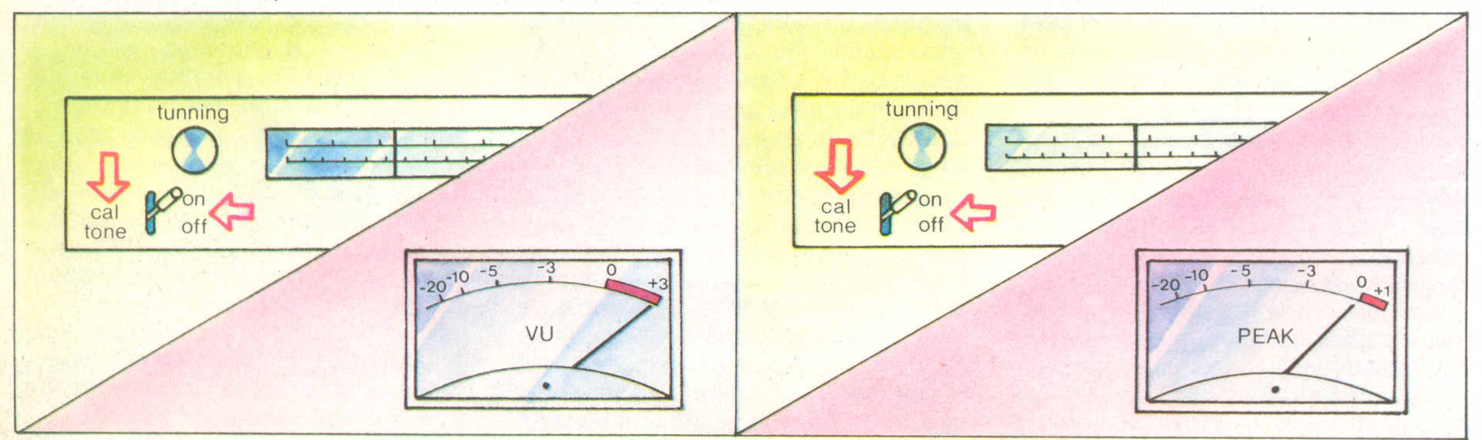
Las emisoras que emplean este método aplican al programa de audio a transmitir el sistema Dolby B como si se tratara de una grabación magnetofónica (de la que ya se habló en su momento). Existe una pequeña diferencia con la transmisión normal. Mientras que en EE. UU. se emplea un preénfasis de 75 μseg, y en Europa de 50 μseg, para las transmisiones efectuadas con Dolby incorporado se utiliza un preénfasis de 25 μseg. Naturalmente, la misma constante de tiempo debe emplearse en el circuito del lado receptor para proporcionar el deénfasis adecuado. De otra forma, la señal recuperada no tendrá idénticas características que la transmitida.

La transmisión con Dolby (independientemente de la correcta aplicación del deénfasis) es útil cuando la señal de salida del sintonizador se lleva a una grabadora de cinta directamente. En este caso, la grabación debe realizarse *sin la inclusión en la misma del sistema Dolby,* ya que la propia señal

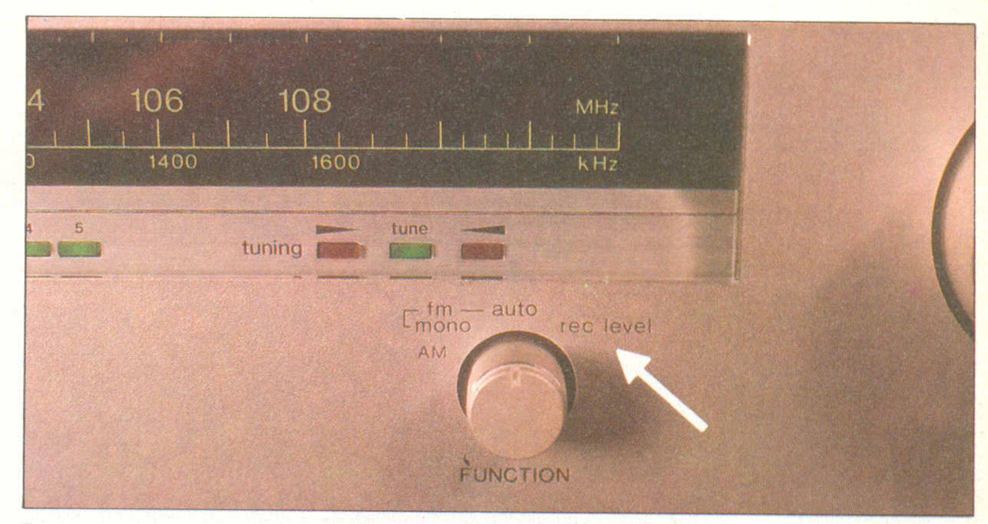


Cuando se graba en un magnetófono una transmisión en FM-Dolby, el mando del reductor de ruido debe seleccionarse sin introducir dicha corrección. En cambio, cuando se reproduce la cinta así grabada, debe conectarse la corrección Dolby.

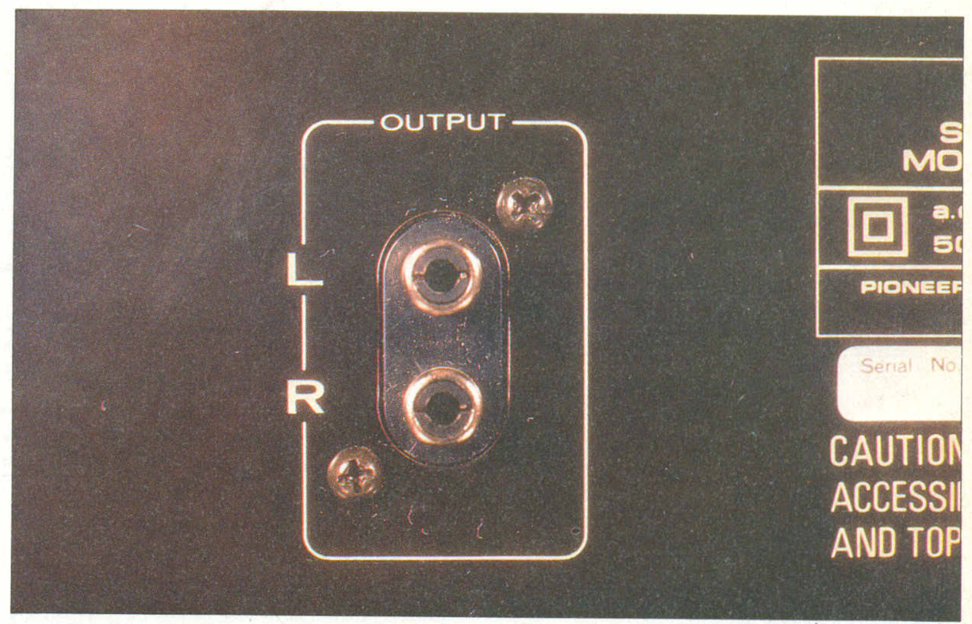
La aguja o indicador luminoso del magnetófono debe situarse sobre + 3 dB (si mide valores eficaces o viene marcado como VU) o sobre 0 dB (si mide valores de pico) cuando se le inyecta la señal de prueba por el sintonizador, bien por el circuito apropiado de éste, bien por la señal enviada por la emisora para la calibración.



que proviene del sintonizador ya lleva incluida la correspondiente corrección. En cambio, cuando la cinta así grabada se reproduzca en un magnetófono, *sí que hay que incluir la correspondiente corrección Dolby,* ya que la cinta ha sido grabada con ese condicionante.
De aquí podemos sacar algunas conclusiones de manejo práctico. Por ejemplo, no es necesario para la grabación que el magnetófono tenga la posibilidad de incluir la corrección del sistema Dolby. Sin embargo, la cinta hay que reproducirla en un equipo con corrección Dolby. Otro aspecto que también se obtiene es que la señal del sintonizador no puede introducirse directamente a un amplificador, sino que es necesario introducir previamente la corrección Dolby, si queremos que se conserve intacta la forma de la señal original.
Para efectuar grabaciones directamente desde un sintonizador que reciba señales en FM-Dolby es importante calibrar previamente el nivel de grabación del magnetófono, de forma que la máxima señal que admita el mismo se corresponda con la máxima señal que puede llegarle del sintonizador, que a su vez es la obtenida con la máxima desviación de frecuencia de la emisora.
Para realizar este ajuste, algunos sintonizadores incluyen un mando que pone en funcionamiento internamente un circuito que genera una señal de audio cuya amplitud se corresponde con la que se obtiene cuando un transmisor modula en las condiciones antes dichas. Así obtendremos artificialmente una valoración correcta de la máxima amplitud que puede esperarse que llegue del transmisor. Sólo queda ajustar los controles de grabación del magnetófono para que los medidores de nivel nos indiquen desviación máxima (correspondiente a 0 dB si el medidor es de valores de pico, o a + 3 dB si es de eficaces). En el caso de que nuestro sintoniza-

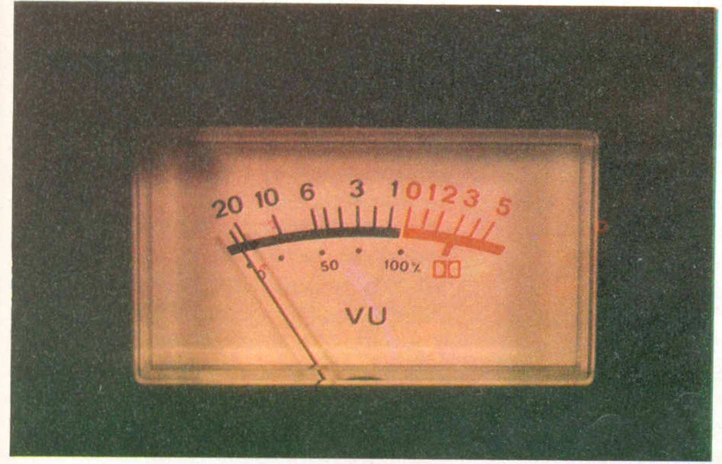


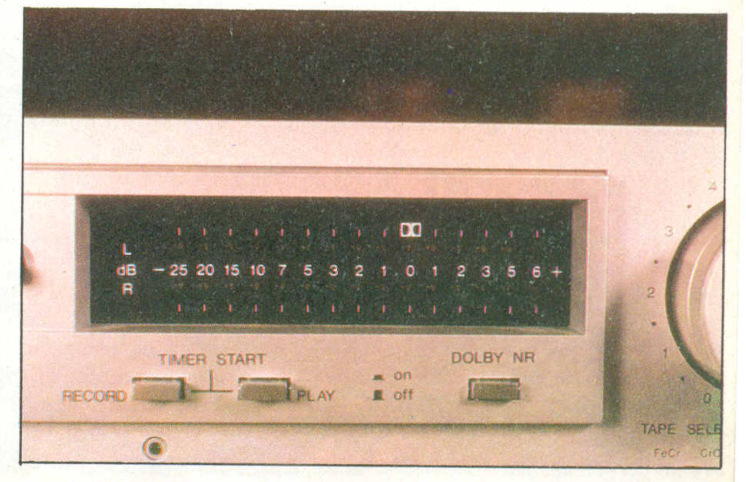
Para calibrar el máximo nivel que alcanzará una transmisión Dolby en FM, algunos sintonizadores incorporan un mando que genera una señal para situar los mandos del magnetófono en la posición adecuada.

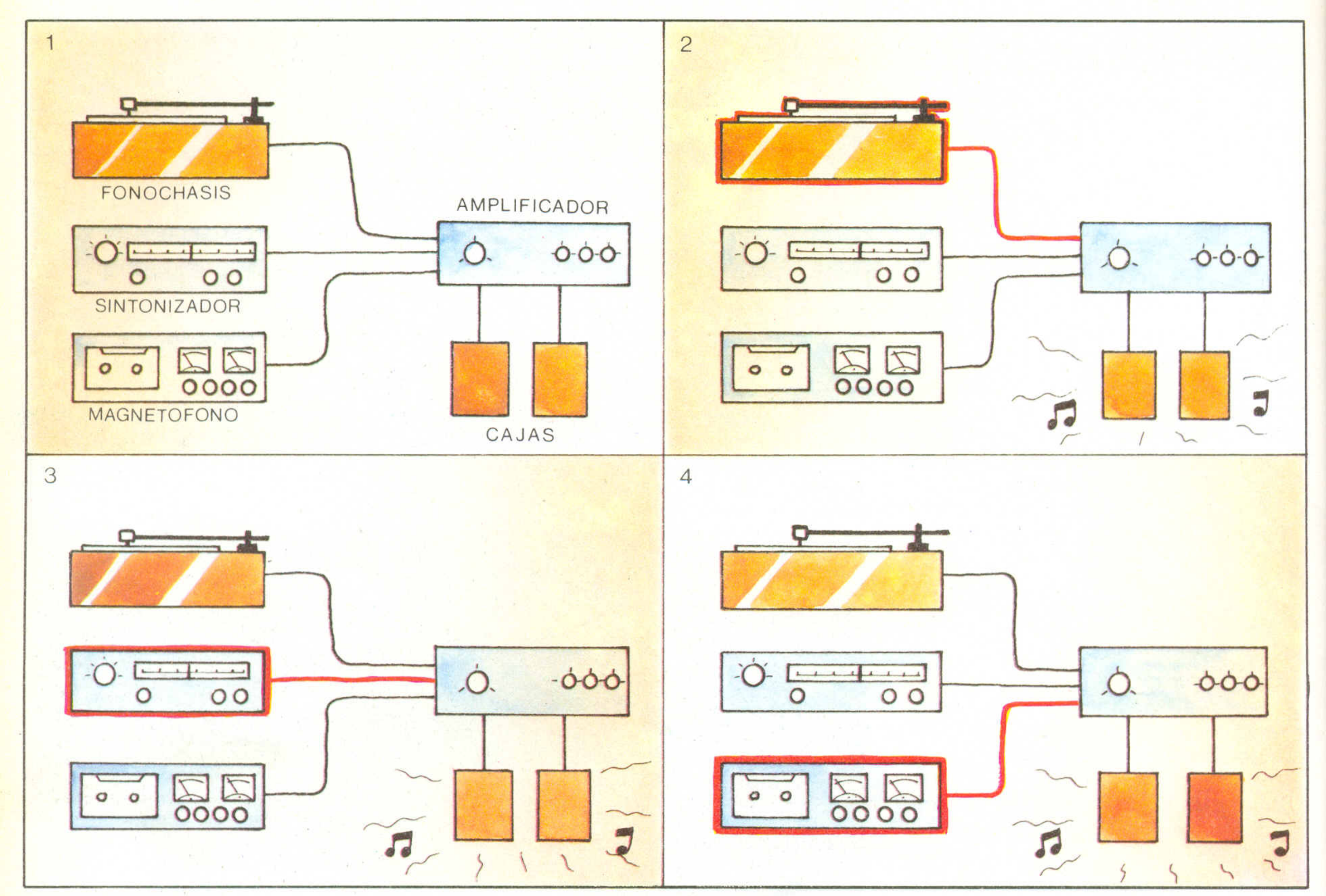


La señal de salida de un sintonizador debe inyectarse a la entrada correspondiente de un amplificador. Para ello se prevén los correspondientes conectores (que pueden ser del tipo DIN o CINCH).

Los puntos a que deben calibrarse los indicadores suelen venir marcados con el símbolo del sistema Dolby de reducción de ruido.







Forma correcta de realizar el ajuste de nivel. 1) Conéctense todos los equipos al amplificador. 2) Reproducir un disco cualquiera al nivel deseado. 3) Sintonizar luego una emisora, y ajustar el mando del nivel de salida del sintonizador para que el nivel de audición general sea el mismo que el obtenido con el fonochasis. 4) Repetir la operación anterior con la reproducción de una cinta, actuando ahora sobre el correspondiente mando en el magnetófono.

dor no posea el mando para efectuar tal *calibración* (notado como tal, o en inglés como «calibración tone» o «recording level check»), la emisora que vaya a comenzar una transmisión en FM-Dolby suele emitir previamente al programa sonoro en sí una señal equivalente a dicho tono de calibración, con el que podremos ajustar los mandos del magnetófono. Así tendremos la seguridad de que en ningún momento de la transmisión la señal va a superar el máximo permitido por el equipo grabador, lo que traería consigo posibles distorsiones. En la mayoría de los magnetófonos, este punto de nivel máximo al que hay que ajustar el medidor suele venir marcado con algún símbolo, corrientemente el mismo que se incluye en las cintas que se adquieren ya grabadas con la corrección Dolby incluida.

Las salidas del sintonizador

Como ya dijimos, la misión básica de un sintonizador es recuperar la información contenida en una onda de radio modulada. En la mayor parte de las ocasiones, esa información es un programa sonoro, musical o hablado. Pero el nivel de esta señal recuperada suele ser bajo, por lo que debe procederse a inyectarla a un amplificador que la lleve hasta el nivel adecuado a nuestros propósitos.

Así, un sintonizador poseerá al menos una salida para audio, si es monoaural, o dos (una para cada canal) si es estéreo. El nivel de señal de audio sobre estas salidas no suele ser inferior a 0,5 V eficaces, aunque esta cifra no es indicativa de la mayor o menor calidad de un equipo, que es detrás de lo que nosotros vamos. Simplemente hemos de tener en cuenta que la cifra de sensibilidad de entrada del preamplificador al que conectemos el sintonizador ha de ser igual o menor que la de salida de este último, con lo que aseguraremos que el conjunto va a trabajar en condiciones óptimas.

Cuando un mismo preamplificador se utiliza con varias fuentes de señal (por ejemplo, un sintonizador, un fonochasis, un par de magnetófonos, etc.), interesa que todas las fuentes entreguen una señal que haga trabajar al previo con el mismo nivel de salida, pues de otra forma habría que retocar el control de volumen cada vez que se cambiara de programa sonoro.

Para evitar esta incomodidad (sin mayores consecuencias, por otra parte) muchos equipos sintonizadores y magnetofónicos incorporan un mando que permite regular el nivel de salida al valor adecuado para que el equipo preamplificador trabaje en las condiciones anteriormente dichas. Dicho mando, marcado como *nivel de salida* (en inglés, «output level»), es un simple potenciómetro con el que el usuario puede variar el valor de la tensión eficaz de salida de su equipo. Habitualmente, en los sintonizadores suelen encontrarse dos salidas por canal, una de nivel fijo y otra de nivel ajustable, para que el aficionado elija la que más se adapte a su propia conveniencia. La diferencia entre ambas salidas (fija y ajustable) es exclusivamente de *amplitud* de señal, y no de *calidad*.